

**PROBİYOTİK BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİ OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI**

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PROBİYOTİK BEYAZ PEYNİR ÜRETİMİ OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER
0000-0002-1828-1205

Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
(Danışman)

DOKTORA TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA-2022
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

PROBİYOTİK BEYAZ PEYNİR ÜRETİM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER

Bursa Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

Bu çalışmada, laktik starter kültüre (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*) ek olarak probiyotik kültür (*Bifidobacterium bifidum* BB-12+*Lactobacillus acidophilus* LA-5) , kullanılarak beyaz peynir üretilmiştir. Üretilen probiyotik özellikteki peynirlerin raf ömrü boyunca (90 gün) mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal, duyuşsal, kısa zincirli yağ asitleri ve tekstür özellikleri araştırılmıştır.

Pastörize edilmiş peynir sütüne laktik starter kültür ile birlikte 10^7 kob/mL düzeyinde probiyotik bakteri suşları ilave edilerek beyaz peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda probiyotik bakterilerin 90 gün sonunda 10^7 kob/mL seviyesinde kaldığı ve peynirlerin probiyotik özelliğini koruduğu tespit edilmiştir. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre laktik asit bakterileri ve toplam aerobik mezofilik canlı bakteri sayısında raf ömrü boyunca artış gözlenirken probiyotik bakteri sayılarında düşüş gözlenmiştir. Ancak her iki değişimin de istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$). İndikatör mikroorganizmalarda ise (koliform, küf maya) üreme tespit edilebilir düzeyde bulunmamıştır. Probiyotik peynirin yağ, kuru madde ve protein değerleri incelendiğinde en önemli değişim kontrol örneğine paralel olarak kuru maddede tespit edilmiştir ($p<0,05$). Randımanlarında ise önemli bir değişim gözlenmemiştir. Duyusal analiz sonuçları karşılaştırıldığında probiyotik ve referans örnekler arasında önemli bir fark görülmemiştir ($p>0,05$). Kısa zincirli yağ asidi sonuçlarına göre; kontrole paralel olarak en önemli değişim bütirik asit (C4:0) ve stearik asitte (C18:0) gözlenmiştir. Tekstür parametrelerinden sertlik ve sakızimsılıkta artma, çiğnenebilirlikte azalma görülmüştür. İstatistiksel anlamda ise önemli olan değişim iç yapışkanlıkta gözlenmiştir. Yine tekstür parametrelerinde probiyotik ve kontrol numune arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Sonuç olarak, kullanılan probiyotik kültürlerle duyuşsal ve fizikokimyasal anlamda kabul edilebilir peynir üretimi gerçekleştirilebildiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: beyaz peynir, fonksiyonel, probiyotik.

2022, ix + 83 sayfa.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

INVESTIGATION OF WHITE CHEESE PRODUCTION OPPORTUNITIES

Rukiye ÇOLAK ŞAŞMAZER

Bursa Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU

In this study, white cheese was produced using probiotic culture (*Bifidobacterium bifidum* BB-12 + *Lactobacillus acidophilus* LA-5) at the level of 10^7 kob/mL, in addition to lactic starter culture (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*). Microbiological, physical, chemical, sensory, short-chain fatty acids and texture properties were investigated during the shelf life (90 days). As a result of the study, it was determined that probiotic bacteria remained at 10^7 level after 90 days and cheeses retained their probiotic properties. According to the results of microbiological analysis, an increase in the number of lactic acid bacteria and total aerobic colony throughout the shelf life was observed, while a decrease in probiotic bacteria. However, since $p > 0.05$ in both exchanges, the change is not significant. Growth was not detectable in indicator microorganisms (coliform, mold yeast). When chemical analysis results were examined, the most important change was determined in dry matter in parallel with the control sample ($p < 0.05$). No significant change was observed. When the sensory analysis was compared, no significant change was observed in probiotic and reference samples ($p > 0.05$). According to the short-chain fatty acid results, the most important change was observed in butyric acid (C4:0) and stearic acid (C18:0). There was an increase in hardness and gumminess and a decrease in chewiness among the texture parameters. In the statistical sense, the important change was observed in internal stickiness. No significant difference was detected between the probiotic and control samples in the texture ($p > 0.05$).

Key Words: white cheese, functional, probiotic.

2022, ix + 83 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarımın planlanmasında ve yürütülmesinde emeği geçen ve akademik ve özel hayatımda desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU'na (Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü), bilgi, tecrübe ve fikirlerini benimle paylaşarak, çalışmalarımda önemli katkılarda bulunan tez izleme komitesi üyeleri Sayın Prof. Dr. Sezai TÜRKEK (Bursa Uludağ Üniversitesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü), Sayın Doç. Dr. Sine ÖZMEN TOĞAY (Bursa Uludağ Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü) ve hocalarıma, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen anne-babama, eşime ve bana her zaman hayat motivasyonu sağlayan kızım Beyza'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

Rukiye Çolak ŞAŞMAZER

...../...../.....

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1 Probiyotikler.....	6
2.1.1 Tanım.....	6
2.1.2 Probiyotiklerin özellikleri.....	7
2.1.3 Probiyotiklerin etki mekanizması.....	10
2.1.4 Probiyotiklerin antibakteriyel mekanizması.....	12
2.1.5 Probiyotiklerin bağışıklık sistemi üzerine etkileri.....	13
2.1.6 Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar.....	14
2.1.7 Probiyotiklerin konak sağlığı üzerindeki etkileri.....	19
2.1.7.1 Patojenler ile rakabet.....	19
2.1.7.2 pH'yı düşürme kapasitesi.....	20
2.1.7.3 Bakteriyosin üretimi.....	20
2.1.7.4 Hidrojen peroksit üretimi.....	21
2.1.7.5 Adhezyon bölgesinde patojenler ile rekabet.....	21
2.1.7.6 Bağışıklığın uyarılması.....	22
2.1.8 Probiyotik gıda kaynakları.....	23
2.2 Beyaz peynir üretimi ve özellikleri.....	27
3.MATERYAL VE METOD.....	28
3.1 Materyal.....	28
3.2. Metod.....	28
3.2.1 Peynir üretimi.....	28
3.2.2 Mikroorganizmalar.....	29
3.2.3 Prebiyotikler.....	30
3.2.4 Mikrobiyolojik analizler.....	31
3.2.4.1 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı.....	31
3.2.4.2 Koliform grubu bakteri sayımı.....	31
3.2.4.3 MRS'de gelişen laktik asit bakteri sayımı.....	31
3.2.4.4 M17'de gelişen laktik asit bakteri sayımı.....	31
3.2.4.5 Maya ve küf sayımı.....	32
3.2.4.6 Probiyotik bakteri sayımı.....	32
3.2.5 Kimyasal analizler.....	33
3.2.5.1 Sütte yapılan analizler.....	33
3.2.5.2 Peynirde yapılan analizler.....	33
3.2.5.2.(1) Randıman hesabı.....	33
3.2.5.2.(2) İnülün miktarı.....	33
3.2.5.2.(3) Kurumadde oranı.....	33
3.2.5.2.(4) Yağ oranının belirlenmesi.....	34
3.2.5.2.(5) Kurumadde de yağ oranının belirlenmesi.....	34

3.2.5.2.(6) Tuz oranının belirlenmesi.....	34
3.2.5.2.(7) Kurumaddede tuz oranının belirlenmesi.....	35
3.2.5.2.(8) Titrasyon asitliğinin (SH) belirlenmesi.....	35
3.2.5.2.(9) pH tayini.....	35
3.2.5.2.(10) Protein oranının belirlenmesi.....	35
3.2.5.2.(11) TCA' da çözünen azot oranının belirlenmesi.....	36
3.2.5.2.(12) Kısa zincirli yağ asitleri tayini.....	36
3.2.6 Tekstür analizleri.....	37
3.2.7 Duyusal analizler.....	38
3.2.8 İstatistiksel analizler.....	39
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	40
4.1 Süt analiz sonuçları.....	40
4.2 Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	40
4.3 Kimyasal analiz sonuçları.....	44
4.4 Tekstür analiz sonuçları.....	51
4.5 Kısa zincirli yağ asitli analiz sonuçları.....	55
4.6 Duyusal analiz sonuçları.....	59
5. SONUÇ.....	62

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
α	Alfa
β	Beta
$^{\circ}\text{C}$	Celcius
%	Yüzde
<	Küçüktür
>	Büyüktür
$\leq$	Küçük ya da eşit
$\geq$	Büyük ya da eşit
μ	Mikro
g	Gram

Kısaltmalar	Açıklama
AgNO_3	Gümüş Nitrat
CO_2	Karbondioksit
Cu_2SO_4	Bakır Sülfat
d	Dakika
DNA	Deoksiribonükleik asit
EFSA	Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
EPS	Ekzopolisakkarit
GRAS	Generally recognised as safe
H_2O_2	Hidrojen peroksit
H_2SO_4	Sülfirik Asit
HCl	Hidroklorik asit
K_2CrO_4	Potasyum Kromat
L	Litre
LAB	Laktik asit bakterileri
MgCl_2	Magnezyum klorür
MİK	Minimum inhibisyon konsantrasyonu
mL	Mililitre
mm	Milimetre
mM	Milimolar

MRS	de Man-Rogosa-Sharpe
NaCl	Sodyum klorür
ng	Nanogram
NNLP	Nalidiksik asit, neomisin sülfat, lityum klorit, paramomisin sülfat
nm	Nanometre
O ₂	Oksijen
RNA	Ribonükleik asit
rRNA	Ribozomal ribonükleik asit
s	Saniye
SDS-PAGE	Sülfat-poliakrilamid jel elektroforezi
ssp	Subspecies (Alt türler)
UV	Ultra viyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1 Beyaz peynir üretim aşamaları.....	29
Şekil 3.2 Duyusal analiz değerlendirme formu.....	39
Şekil 4.1 Laktik asit bakterileri ve TAMB ilişkin zaman serileri grafiği.....	43
Şekil 4.2 Kontrol – probiyotik peynir kurumadde etki grafiği.....	46
Şekil 4.3 Kontrol – probiyotik peynir yağ etkigrafiği.....	46
Şekil 4.4 Kontrol – probiyotik peynir protein etki grafiği.....	48
Şekil 4.5 Kontrol – probiyotik peynir pH etki grafiği.....	48
Şekil 4.6 Yağ – kurumadde – protein pareto anlam grafiği	49
Şekil 4.7 Olgunlaşma süresince TPA ana etki grafiği.....	53
Şekil 4.8 Olgunlaşma süresince yüzey tekstür özelliği grafiği.....	53
Şekil 4.9 Kontrol – probiyotik peynir tekstür özellikleri grafiği.....	55
Şekil 4.10 Kısa zincirli yağ asitleri pareto grafiği.....	57
Şekil 4.11 Bütirik-stearik asit ana etki grafiği.....	57
Şekil 4.12 Kısa zincirli yağ asitleri ana etki grafiği.....	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar.....	15
Çizelge 3.1 Orafti HPX ve GR spesifikasyon bilgileri.....	30
Çizelge 4.1 Denemelerde kullanılan çiğ sütlerin ortalama kimyasal analiz sonuçları...	40
Çizelge 4.2 Kontrol ve probiyotik peynir örneklerinin ortalama mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	41
Çizelge 4.3 Kontrol ve probiyotik peynir örneklerinin ortalama kimyasal analiz sonuçları.....	45
Çizelge 4.4 Kimyasal analiz sonuçlarına ilişkin varyans sonuçları.....	49
Çizelge 4.5 Tekstür profil analiz sonuçları (TPA).....	51
Çizelge 4.6 Tekstür profil analiz sonuçlarına ilişkin varyans sonuçları.....	54
Çizelge 4.7 Kısa zincirli yağ asitleri analiz sonuçları.....	56
Çizelge 4.8 Duyusal analiz ortalama sonuçları – hedonik skala.....	60

1. GİRİŞ

İnsan sağlığı ve beslenmesinde çok önemli yeri olan süt ve ürünleri, tüketilmesi gereken gıdalar arasındadır. Süt içerdieği laktoz, protein, yağ ile özellikle kalsiyum, fosfor ve magnezyum gibi mineraller, B2 ve A vitaminleri ile dengeli beslenmede önemli role sahiptir (Miller 2000). Süt bazlı ürünlerin başında gelen peynir, dünyada en çok tüketilen fermente süt ürünlerinden biridir. Diğer gıdalar ile kıyaslandığında olgunlaşma süresince önemli biyokimyasal ve mikrobiyolojik değişikliklere uğrayan tamamen dinamik bir sisteme sahip olduğu belirtilmektedir (McSweeney ve Sousa 2000).

İnsan sağlığı ile gıdalar arasında yakın ilişki bulunduğunun anlaşılmaması ve tüketicilerin sağlıklı beslenmeye daha fazla önem vermeye başlaması sebebiyle, son yıllarda fonksiyonel ve doğal gıdalara olan yönelimde artış görölmektedir. Fonksiyonel gıdalar, bilinen besin değerlerinin yanı sıra, bileşimlerine bağlı olarak insan vücudunda olumlu fizyolojik etkiler göstermektedir. Sağlık üzerine olumlu etkilerini artırması nedeniyle probiyotik bakteri ve prebiyotiklerin ilavesi fermente süt ürünlerinde yaygınlaşmaktadır (Çağlayan 2018).

Probiyotik mikroorganizmalar, bağırsak mikroflorasının doğal üyeleri olup sindirim sisteminde yaşıyan mikroorganizmalardır ve genellikle laktik asit üretmektedirler. Bu mikroorganizmalara sahip ürünler sağlığa olan yararından dolayı ‘fonksiyonel’ olarak adlandırılmaktadır. Fonksiyonel ürünler en az 10^7 cfu/mL-g bakteri içermeli ve bu nitelikli bir gıdadan günlük olarak en az 100 g tüketilmelidir (Yeo ve Liong, 2010; Subrota vd., 2013; Kumari vd., 2018).

Lactobacillus ve *Bifidobacterium*’ların türüne ait birçok suş ticari probiyotik bakteri olarak kullanılmaktadır. En iyi bilinen türlerinden *Lactobacillus acidophilus*’un gıda kaynaklı hastalıklara karşı antagonistik aktivite gösterdiği belirtilmektedir. Piyasada bulunan probiyotik gıdaların çoğu fermente süt ürünleri gibi taze ürünler olup günlük ve haftalık olarak tüketilebilmektedir. Peynirin ise yoğurt gibi fermente ürünlere karşı probiyotik mikroorganizma konusunda avantajları olup canlı mikroorganizmanın homojen dağılımı, daha yüksek pH, yağ ve kuru madde içermesi, gastrointestinal sistemde bu mikroorganizmaların canlı kalmasını sağlamaktadır (Kasımoğlu vd., 2004,

Sant'Ana vd., 2013, Albayacı 2019; Das vd., 2019).

Fermente süt ürünleri pek çok ülkede günlük diyetin önemli bir bölümünü teşkil etmektedir. Bu gıdaların ilk olarak, sütün uzun süre depolanması ve istenilen organoleptik özelliklerinin korunması ihtiyaı sonucu ortaya çıktığı belirtilmiştir. Sütün starter ile fermentasyonu sonucu laktik asit bakterilerinin gelitiğı ve istenilen duyusal özellikler ile yapı kazandırıldığı ifade edilmiştir (Boylston vd., 2004).

Fonksiyonel gıdalar alanındaki eitliliğın artmasıyla birlikte probiyotik bakterilerin ürünlerin besleyici ve sağlığı destekleyici özelliklerinin iyileştirilmesinde odak noktası olmuştur. Böylece bu bakterilerin fermente süt ürünlerine ilavesine yönelik araştırmalara karşı ilgi de artmıştır. Fonksiyonel gıdalar içerisinde son derece önemli bir yere sahip olan fonksiyonel süt ürünlerinin önemli bir bölümünü probiyotik gıdalar oluşturmaktadır (Gürsoy ve Kınık, 2010).

Süt ve ürünleri yararlı bakterilerin bağırsak sistemine taşınması için uygun ortam sağlayabilen gıda maddeleridir. Peynir ve yoğurt gibi süt ürünleri probiyotik kültürlerin canlılığının ve/veya gelişiminin desteklenmesinde pozitif rol oynayabilmektedir (Gürsoy ve Kınık, 2010).

Sağlıklı bir insanda yararlı mikroorganizmalar vücut hücreleri ile birlikte uyumlu bir şekilde çalışmaktadır. Ayrıca hareketsiz yaşam, stres, antibiyotik ile sigara ve alkol kullanımı gibi etkenler sağlıklı bir yaşam için olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu durum insanların daha sağlıklı yaşama çabalarında da artışı beraberinde getirmiştir. Gıda sanayindeki fonksiyonel ürün üretimi üzerinde pek çok itici güç söz konusu olup bunlardan en emlileri nüfus artışı, yaşam tarzındaki değişiklikler, yaşam beklentilerinin değişmesi şeklinde sıralanabilir (Türkmen, vd., 2019).

Fonksiyonel gıda piyasasında karotenoid, diyet lifi, yağ asitleri, mineral, vitamin, prebiyotik, probiyotik ve sinbiyotiklerin hakim olduğu bildirilmektedir (Türkmen vd., 2019). Bunlar arasında probiyotikler, bir gıda matrisinin özelliklerini geliştiren, teknolojik ajanlar olarak hareket edebilen ve yeterli miktarlarda tüketilmeleri halinde

yararlı etkileri teşvik etmek için terapötik ajanlar olarak işlev görebilen canlı mikroorganizmalardır (Hill vd., 2014).

Süt ürünleri probiyotik mikroorganizmaların kullanımındaki en yaygın ürün grubu olup, özellikle peynir, tüketici pazarındaki ürünlerin çeşitlendirilmesinde bir alternatif olarak düşünülmelidir (Dantas vd., 2016; Aljewicz ve Cichosz, 2017; Cuffia vd., 2017; Song vd., 2017; Mantzourani vd., 2018; Terpou vd., 2019).

Probiyotik bakterilerin insan sağlığı açısından faydaları uzun yıllardır araştırılan konulardan birisidir. Probiyotik bakteriler, konakçının bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek ve immün sistemini uyararak sağlığını pozitif yönde etkileyen canlı mikroorganizma desteğidir (Roberfroid, 2000; Gill ve Prasad, 2001; Gürsoy ve Kınık, 2010; Sezen, 2013; Kechagia vd., 2013; Roobab vd., 2020). Ülkemizde son yıllarda gittikçe yaygınlaşan probiyotik kullanımı olduğu görülmektedir.

Son yıllarda gıda endüstrisinde kalsiyum ve protein açısından zengin süt ürünlerin, probiyotik bakteri içermesine de ayrıca önem verilmektedir. Peynirin, yoğurt ve diğer fermente ürünlere göre probiyotik ürün üretimi ile ilgili avantajları söz konusudur. Nispeten yüksek yağ içeriğine sahip olması, tamponlama özelliği ve daha yüksek pH aralıkları probiyotik mikroorganizmaların ürün içerisindeki canlılıklarını korumasına katkı sağladığı bildirilmektedir (Pitino vd., 2012, Lollo vd., 2015, Castro vd., 2015, Cuffia vd., 2017, Patrignani vd., 2019). Probiyotik peynirdeki bu avantajlarla birlikte ülkemizdeki tüketim oranlarına bakıldığında 2020 yılında beyaz peynirde miktar olarak yıllık %8,6, ciro olarak ise %23'lük bir büyüme olduğu saptanmıştır. Pazardaki toplam satış miktarının ise 98 bin ton dolayında olduğu bildirilmektedir (Euromonitor 2020). Peynir üretiminde probiyotik bakterilerin kullanılması, sadece sağlık üzerine olumlu etkisini arttırmakla kalmamakta, aynı zamanda ürün çeşitliliğini de artıracak potansiyel sağlamaktadır (Araújo vd. 2012).

Son yıllarda gıdalar, tüketiciler tarafından yalnızca lezzet ve besin içeriklerine göre değil, aynı zamanda sağlık üzerine pozitif yararlar sağlamalarına göre de değerlendirilmektedirler. Günlük diyet ile gıda formunda tüketilen, sentetik bileşen

içermeyen ve besleyici etkisinin yanında insan sağlığı üzerine yararlı etkileri olan gıdalar fonksiyonel gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Stanson vd, 2005). Gıdanın fonksiyonel olabilmesi için biyoaktif bileşikler, probiyotik mikroorganizmalar ile prebiyotik maddeler gibi etkenlere sahip olması ve bu etkenlerin vücudun ilgili bölgesine yeterince gönderilebilmesi gereklidir. Fonksiyonel gıdalar alanında çeşitliliğin artması ile birlikte ürünlerin besleyici ve insan sağlığı üzerine olumlu özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmış ve bu bağlamda probiyotik bakterilerin fermente süt ürünleri üretiminde kullanılması konusu ile ilgili yapılan araştırma sayısı giderek artmaktadır. Son on yıl içerisinde sağlık üzerine olumlu etkilerinden dolayı *Bifidobacterium*'lar başta olmak üzere bazı *Lactobacillus* türlerine ait probiyotik suşların, fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanımının yaygınlaşmakta olduğu bildirilmektedir. Bu fermente ürünlerden birisi de peynirdir (Dave ve Shah 1997; Laine vd, 2018).

Fonksiyonel gıda üretimi amacıyla probiyotik mikroorganizmalar çeşitli peynirlerin üretiminde ilave kültür olarak katılmıştır. Bu mikroorganizmalar; Cottage, Cheddar, Gouda ve beyaz peynirde ilave kültür olarak kullanılmışlardır (Kasımoğlu vd, 2004; Türkmen vd, 2019; Kılıç vd, 2009). Bu çalışmalarda peynirin probiyotik bakteriler için taşıyıcı olarak önemli bir potansiyele sahip olduğu vurgulanmıştır. Ancak söz konusu araştırmalar çoğunlukla probiyotik bakterilerin peynirde üretim ve depolama süresince canlılığını sürdürebilmesi, oluşan uçucu ve organik bileşiklerin tespiti ve peynirlerin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi gibi konular üzerine odaklanmıştır. Probiyotik kültür ilaveli peynirlerde biyoaktif peptitlerin oluşumu üzerine yapılmış çok az sayıda çalışma mevcuttur (Ryhänen vd, 2001; Aryana vd., 2007).

Fruktan grubunda bulunan inülin ve oligofruktoz, karbonhidrat sınıfına ait olup probiyotik mikroorganizmalarla prebiyotik olarak kullanılmaktadır (Kaur ve Gupta, 2002). Başka bir tanımla, inülin ve oligofruktoz, bir glikoz ile biten ve $\beta(2,1)$ -bağlı fruktosil kalıntılarından oluşan fruktoz birimlerinin (2-60 fruktoz birimi) karbohidrat polimeridir (Modzelewska vd., 2009). İnülinler düşük kalorili hacim artırıcı ve tekstüre edici ajan olarak, yağ ve şekerin yerini almak da dahil olmak üzere çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır (Kocer vd., 2007; Rodriguez vd., 2014). İnülin, Avrupa, Avustralya,

Kanada ve Japonya'da yasal olarak bir katkı maddesi yerine bir gıda maddesi olarak kabul edilmektedir (Franck, 2007). Ayrıca çözünür bir diyet lifi olarak fizyolojik özellikleri ve prebiyotik özellikleri için de kullanılır (Tungland ve Meyer, 2002). Tuohy vd., (2001) tarafından yapılan bir araştırmada, inülinin insanların bağırsak mikrobiyotası üzerine etkisi incelenmiştir. Sağlıklı kişilerin diyetlerine 8 g/gün inülin ilave edilmesi halinde, bağırsakta *Bacterioides* spp. sayısında istatistiksel olarak önemli bir değişiklik görülmediği, *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinde istatistiksel olarak artış olduğu rapor edilmiştir.

Son zamanlarda tüketimi yaygınlaşan probiyotik süt ürünleri arasında kefir, probiyotik süt ve yoğurt gibi gıdalar olmasına rağmen, endüstriyel olarak probiyotik peynir üretimi sınırlı sayıda yapılmaktadır. Ülkemizde en çok tüketilen peynir çeşitlerinden biri olan beyaz peynire, ilave proses yatırımı gerektirmeden probiyotik ve prebiyotik gibi fonksiyonel özellik kazandırarak tüketicilere ulaştırılmasında, 90 gün depolama süresince tekstür profili, kısa zincirli yağ asitleri ve duyu parametreler gibi bazı kalite özelliklerinin araştırılmasının katkısı olabileceği amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER ve KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Probiyotikler

2.1.1. Tanım

Probiyotik’ Yunanca “yaşam için” anlamına gelen “pro biyo” kelimelerinden gelmekte olup ilk kez 1965’te Lilli ve Stillwell tarafından “Bir mikroorganizma tarafından salgılanan ve diğer mikroorganizmanın gelişmesine fayda sağlayan metabolitler” olarak kullanıldığı ifade edilmiştir (Yiğit, 2009; Ebner vd., 2014; Dirican, 2017).

Sağlıklı bir yaşam için probiyotiklere olan ilgi 20. yüzyılın başlarında Rus bilim adamı Metchnikoff’un *Lactobacillus*’ları içeren fermente süt ürünleri ile beslenmeyi önermesiyle başladığı belirtilmiştir (Bakırcı ve Kavaz 2015). Metchnikoff bağırsakta bulunan zararlı mikroorganizmaların, yararlılarla yer değiştirebileceğini ileri sürmüştür. Bulgaristan ve Batı Rusya gibi fermente süt tüketiminin fazla olduğu ülkelerde insanların sağlıklı ve uzun ömürlü olmalarını yoğurttan aldıkları laktik asit bakterileri ile ilişkilendirmiş ve faydalı mikroorganizmalara dikkat çekerek ilk kez probiyotik kavramını ifade etmiştir (Vural ve Çelen 2005; Ohashi ve Ushida, 2009).

Ayrıca *Lactobacillus bulgaricus*’u tanımlayarak, fermente edilmiş sütün faydalı etkileri olduğunu bildirmiştir. İkinci dünya savaşı sırasında ve sonrasında fermentasyon yapan bakterileri içeren süt ürünlerinin ticari olarak satılmaya başlandığı, hatta eczanelerde ilaç olarak yer almaya başladığı belirtilmiştir (Lauzon vd., 2017). Probiyotik terimi, *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* gibi LAB ile daha fazla ilgili olsa da yeni üyeleri tanımlamak için probiyotik potansiyeli olan diğer mikroorganizmalar araştırılmaktadır (Hanchi vd., 2018).

Yapılan bir başka tanımlamada probiyotik ürünler, sağlık ve beslenmeyi pozitif olarak etkileyen canlı mikroorganizma ilave edilmiş olan süt ürünleri olarak belirtilmiştir (Salminen 1999).

Parker tarafından 1974 yılında ise probiyotikler ‘mikrobiyota dengesini sağlayan mikroorganizma ve metabolitler’ olarak belirtilmiştir. Parker’ın o dönemde yaptığı bu tanımlamanın günümüze yakın olduğu ifade edilmektedir (Lee ve Salminen, 2009; Dirican, 2017).

Yapılan bir başka araştırmaya göre probiyotikler, gıdalar ile yeterli miktarda alındıklarında insan sağlığına olumlu olarak katkıda bulunan canlı mikroorganizmalar olarak belirtilmiştir (Guarner 1998).

Farklı bir çalışmada probiyotik mikroorganizmaların, sağlıklı insanın intestinal sisteminde ve mukozasında canlılığını sürdüren, kolonizasyon oluşturan mikroorganizmalar olduğu ifade edilmiştir (Omak vd., 2016).

Probiyotik bakterilerin, bağırsak mukoza salgısında bulunan m sini enerji elde etmede kullandığı belirtilmiştir. Mideden bağırsaklara geçen probiyotiklerin canlılığını koruyabilmesi ve etkili olabilmesi için, safra tuzu ve sindirim pH’sına karşı dirençli olması ve bağırsak hücre duvarlarına tutunarak kolonizasyon oluşturma yeteğine sahip olması gerektiği belirtilmiştir (Kızılda , 2017).

İnsan mikrobiyotasında 500’den farklı çeşitte yararlı ve/veya patojen mikroorganizma bulunduğu ve mikrobiyotadaki patojenlerin, yanlış antibiyotik kullanımıyla arttığı bildirilmiştir (Temmerman vd., 2004; Fijan, 2014; Kızılda , 2017).

Yapılan açıklamaların geneline bakıldığında probiyotikler, mikrobiyotanın dengesini olumlu yönde artıran mikroorganizma veya canlılar olarak tanımlanmıştır (Fuller, 1992).

2.1.2. Probiyotik Mikroorganizmaların  zellikleri

Probiyotik mikroorganizmaların aşağıdaki özellikleri taşıyor olması beklenmektedir

Probiyotikler ;

- Güvenilir olmalı,
- İmmün sistemi düzenleyebilmeli,
- Birey üzerinde tutunup kolonizasyon oluşturabilmeli,
- Patojen ve toksik özellikte olmamalı,
- Mide asidi ve safra pankreatik asitlerine dayanıklılık göstermeli,
- Aktarılabilir antibiyotik direnç genleri taşımamalı,
- Katkı maddesi ve proses koşullarına dirençli olmalı,
- Kısa sürede etki etmeli, hızlı çoğalmalı
- Üretilme ve depolanma sürecinde canlı kalabilmeli, metabolik aktivitesini sürdürebilmeli,
- Doğal mikrobiyotaya uyum sağlayabilmeli, onları elemine edip rekabete girmemeli olarak belirtilmektedir (Salminen vd., 2005; Soccol 2010; Williams, 2010; Coşkun, 2014).

Probiyotik mikroorganizmaların insan kaynaklı ve canlı olma özellikleri göreceli bir kriter olduğu ifade edilmektedir. *Saccharomyces boulardii*, insan kaynaklı olmadığı halde probiyotik mikroorganizma olarak kullanılmaktadır. Probiyotik özellikteki tek maya türü olan *S. boulardii*, fermentasyon prosesinde kullanılabilen bir mikroorganizmadır. Bu nedenle “biyoterapötik ajan” ifadesinin kullanılması daha doğru bir ifade olacağı ifade edilmektedir. Biyoterapötikler veya yeni nesil probiyotikler, “doğrudan disbiyozisi geri çevirerek komplikasyonun sebebini ortadan kaldıran ve tedavi sağlayan aşı dışı canlı organizmalar” olarak tanımlanmaktadır (Sleator ve Hill, 2008).

Lactobacillus, en yaygın probiyotik bakteri cinsidir (Tandee 2013). Genel olarak; Gram-pozitif, sporsuz, anaerobik, glikozu fermente eden, doğada yaygın olarak da insanlarda ağız boşluğunda ve sindirim kanalında bulunan gastrointestinal mikrobiyotanın önemli bir parçasını oluşturan mikroorganizmalardır (Hammes ve Vogel 1995, Divyashri vd., 2015). Bunun dışında meyve-sebzeden çeşitli fermente ürünlere kadar gıda maddelerinde bulunmaktadırlar (Owusu-Kwarteng vd., 2015). Fermente ürünlerdeki geçmişi, Gıda ve İlaç Kurumu (FDA) tarafından GRAS (genel

olarak güvenilir) olarak tanınmasını ve EFSA (2019) tarafından toplanan QPS (nitelikli güvenlik varsayım) listesinde yer almasını sağlamıştır (EFSA, 2019).

Laktik asit bakterilerinden, *Lactobacillus acidophilus* (*L. acidophilus*), Gram-pozitif, katalaz-negatif, spor oluşturmeyan, çubuk veya kokobasil şekilli, anaerob veya fakültatif anaerob, haraketsiz bir bakteridir. Optimum gelişme sıcaklığı 35-38°C olan *L. acidophilus*, 45-48°C üzerindeki ve 15-22°C altındaki sıcaklık değerlerinde gelişmemektedir. Optimum pH aralığı 5.5-6.0 arasındadır (Özbaş, 1995; Taşdemir, 2017). *L. acidophilus*; ürettiği organik asitler (laktik asit, asetik asit vb.), H₂O₂ ve antibiyotik maddelerden (laktosidin, asidofilin, asidolin, laktosin B) dolayı antimikrobiyal etkiye sahiptir. Bu özelliği nedeniyle bağırsak enfeksiyonu ve hastalıkları kontrol altına alınabilmekte ve antibiyotik tedavisi sonrası ortaya çıkabilecek olumsuzluklar giderilebilmektedir. *L. acidophilus* safra asitlerine karşı dirençli olup, fekal *Escherichia coli* suşları ile diğer bağırsak patojenlerine karşı kuvvetli bir antimikrobiyal etki göstermektedir. Bifidobakterilerin morfolojik ve fizyolojik özellikleri bir dereceye kadar farklılık gösterse de tamamı hareketsiz, spor oluşturmeyan, katalaz-negatif, bazen bifid ama genellikle çubuk şeklinde, Gram-pozitif bakterilerdir. Bifidobakteriler, glikoz metabolizmasının yan ürünleri olarak laktik ve asetik asidi üretmekte olup, sakkaroz, laktoz ve galaktoz gibi çeşitli şekerleri de kullanabildiği ifade edilmektedir. Glikozu, kendilerine özgü yolla asetat ve laktata fermente etmeleri nedeniyle bu bakteriler heterofermantatif özellik göstermektedirler. Bifidobakteriler, oksijene karşı toleransları bakımından anaerobik olmalarına rağmen, bir kısmının CO₂ varlığında O₂ tolere edebildiği, bir kısmının obligat anaerob olduğu belirtilmektedir. Optimal gelişme sıcaklığı ve pH değerleri sırasıyla, 37-43°C ve 6.5-7.0 pH arasında olan Bifidobakterilerin, ortam pH'nın 4.5-5'den düşük ve 8-8.5'den yüksek olduğu durumlarda gelişmelerinin yavaşladığı bildirilmektedir (Özbaş 1995, Timmerman vd. 2004, Bağder-Elmacı vd. 2015, Taşdemir 2017).

Probiyotik bakterilerin, mide asidine daha dirençli, lizozim enzimine ve safra tuzuna daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir. *Bifidobacterium*'lar kalın bağırsakta bulunduğu, *Lactobacillus* türlerinin ise ince bağırsakta daha çok yer aldığı bildirilmektedir. Probiyotik bakteriler laktik asit, asetik asit, bakteriyosin gibi antimikrobiyal maddeler

üretmek, bağırsaklarda istenmeyen mikrobiyotanın çoğalma hızını kontrol etmekte ve denge içinde bulunmasını sağlamaktadır (Özbaş, 1995; Yaşar ve Kurdaş, 2009).

2.1.3. Probiyotiklerin Etki Mekanizması

Probiyotik süt ve süt ürünleri, insanların beğenisine sunulmakta ve sağlık üzerine olumlu etkileri konusunda çalışılmaktadır. Probiyotik süt ürünlerinin mikrobiyota üzerindeki faydasının bilinir hale gelmesiyle birlikte tüketicilerin bu ürünlere eğilimlerinin arttığı belirtilmektedir (Sezen ve Koçak, 2006).

Probiyotik mikroorganizmaların, mikrobiyotanın dengesini düzenleyerek yararlı etki gösterdiği ifade edilmiştir (Omak vd., 2016; Akkol vd., 2017). Probiyotiklerin bu faydalı etkilerinin enzimatik aktiviteyi değiştirme, patojen mikroorganizma sayılarını azaltma ve immün sistemi iyileştirme olmak üzere 3 mekanizma üzerinden gerçekleştiği ifade edilmiştir (Gültekin, 2004).

Son zamanlarda probiyotik kültür seçimi, kullanım alanları, özellikleri ve sağlık üzerindeki etkileri konusunda çalışmalarda artış gözlenmektedir. Çalışmalarda probiyotiklerin insanlar üzerinde önemli işlevinin, konağın normal fonksiyonu için gerekli olan mikrobiyota üyeleri ile patojenler arasında dengeyi sağlamak olduğu bildirilmektedir. Probiyotik mikroorganizmaların işlevlerinden bir diğeri de antibiyotik tedavisinden sonra doğal mikrobiyotanın restorasyonu için gerekli olduğudur. Probiyotik mikroorganizmaların fonksiyonlarından biri de ortamdan kaynaklanan patojenik bağırsak bakterilerine karşı konağı korumasıdır. Probiyotik mikroorganizmaların, önemli insan patojenleri arasında sayılan *Clostridium perfringens*, *Campylobacter jejuni*, *Salmonella Enteritidis*, *E.coli*, *Shigella*, *Staphylococcus* gibi patojenik bakterilerin üreme ve gelişmesi üzerinde inhibitör etki gösterdikleri bildirilmiştir (Schachtsiek vd., 2004, JimmySaint-Cyr vd., 2017, Carter vd., 2017, Chingwaru ve Vidmar 2017, Hussain vd., 2017).

Bazı çalışmalarda probiyotik mikroorganizmaların konağın sindirim sistemi üzerinde ve gıda alerjilerinin tedavisinde etkili olup, fungal patojenlere karşı ve ayrıca karyojenik

mikroorganizmalara karşı da koruyucu aktiviteye sahip oldukları bildirilmiştir. Bunun yanında, probiyotik mikroorganizmaların immünolojik sistemin etkinliğini, vitamin ve mineral bileşiklerinin emilimini arttırdığı ve organik asitler ile aminoasitlerin oluşumuna da katkı sağladıkları yapılan çalışmalar arasında bulunmaktadır. Probiyotik mikroorganizmaların konak için çeşitli reaksiyonlarda rol alan estera, lipaz, ko-enzim A, NAD ve NADP gibi enzim üretimini de gerçekleştirebildikleri bildirilmiştir. Bazı probiyotik mikroorganizmaların metabolik ürünlerinin antimikrobiyel (asidofilin, basitrasin, laktasin) ve anti-kanserojen etkilerinin olduğu bildirilmiştir (Pompei vd., 2007, Gu vd., 2015, Li ve Gu 2016).

Yapılan çalışmalarda probiyotik mikroorganizmaların aşağıdaki dört mekanizmayı kullanarak aktivite gösterdikleri belirlenmiştir (Isolauri vd., 2001, Vandenberg vd., 1993);

- (1) Antimikrobiyel maddelerin üretimi yoluyla antagonizm,
- (2) Epitelyuma adhezyon için patojenlerle rekabet (doku hücrelerine tutunan patojenlerle rekabet),
- (3) Konağın immünomodülasyonu (bağışıklık sistemini güçlendirici etkisi),
- (4) Bakteriyel toksin üretiminin inhibisyonudur.

Probiyotik mikroorganizmaların immünolojik stimülasyonu; immünoglobulin üretiminin, makrofajların ve lenfositlerin aktivitesinin artması ve γ -interferon üretiminin uyarılması ile kendini gösterdiği belirtilmektedir. Probiyotikler doğal ve kazanılmış immünite üzerinde konak reseptörlerini metabolik ürünler, hücre duvarı komponentleri ve DNA yapılarını tanıyarak gerçekleştirdiği ifade edilmektedir. Yapılan çalışmalarda laktik asit bakterilerinin hücre duvarının bileşenlerinin makrofajların aktivitesini tetiklediği bildirilmiştir. Aktive olan makrofajlar serbest oksijen radikallerinin ve lizozomal enzimlerin üretimiyle mikroorganizmaları hızla yok edebildiği tespit edilmiştir. Probiyotik bakterilerin ayrıca gastrointestinal sistemin immünokompetan hücreleri tarafından sitokin üretimini uyurabildiği belirtilmektedir.

Diğer yandan probiyotik mayaların immünolojik aktivitesi, hücre duvarlarında glukonların varlığı ile ilişkili olup, bu bileşikler retiküloendotelyal sistem (çeşitli organlarda fagositoz yapabilen hücreler sistemi) cevabını uyardığı ifade edilmektedir (Marteau ve Shanahan 2003, Oelschlaeger 2010).

Probiyotik mikroorganizmaların toksin üretimini inaktive ederek etkili oldukları bildirilmiştir. Probiyotik mikroorganizmaların bu etkileriyle konak detoksifikasyonu yaptığı, adsorpsiyon ile bazı toksinleri kendi hücre duvarlarına bağlayarak bağırsaktaki emilimini azaltabildiği gösterilmiştir. Aynı zamanda mikotoksinlerin (aflatoksin gibi) probiyotik mikroorganizmalar tarafından metabolize edilebildikleri bildirilmiştir (McCormick 2013, Nikbakht Nasrabadi vd., 2013).

Bununla birlikte, tüm probiyotik mikroorganizmaları detoksifiye edici özelliklere sahip olmadığı bildirilmiştir. Bazı probiyotik mikroorganizmaların diyetle etkinliğinin, konağı toksinlerden koruma yetenekleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, probiyotik mikroorganizmaların toksin üretimine yol açan metabolik reaksiyonları azaltmasıyla, aynı zamanda doğal enzimler, vitaminler ve antimikrobiyal maddelerin üretimine yol açan yolların uyarması ile de ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Oelschlaeger 2010). Probiyotiklerin yararlı etki mekanizmalarının enfeksiyonların önlenmesinde ve bağırsak mikrobiyotasının dengesinin korunmasında önemli olduğu ifade edilmektedir (Lebeer vd., 2008).

2.1.4. Probiyotiklerin Antibakteriyel Mekanizması

Probiyotik bakteriler hidrojen peroksit, organik asit, bakteriosin gibi metabolitler sayesinde antibakteriyel özellik gösterirler (Ouweland vd., 1999). Laktik asit bakterilerinin çoğunun asetik asit ve laktik asit gibi metabolitleri ile pH'yı düşürmeleri sonucunda patojenlerin çoğalmasının engellendiği bildirilmiştir. Bazı *Lactobacillus*'lar (*Lactobacillus casei* Shirota, *Lactobacillus acidophilus* veya *Lactobacillus lactis* YIT 0070 suşları), hidrojen peroksit üretimi gerçekleştirerek, *Escherichia coli* 0157:H7 artışını engellediği tespit edilmiştir (Ogawa vd., 2001). *L.casei* subsp. *rhamnosus* suşunun patojen olan bakterilerin (enterotoksijenik *E.coli* –ETEC-, enteropatojenik

E.coli –EPEC-, *Klebsiella pneumoniae*, *Shigella flexneri*, *Salmonella Typhimurium*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis* ve *Clostridium difficile*) üremesini inhibe ettiği ifade edilmiştir (Forestier vd., 2001). İnsan sindirim sisteminden izole edilen *Lactobacillus* suşlarının gastrointestinal sistem enfeksiyonlarına neden olduğu bilinen dört patojen bakterinin (*Helicobacter pylori*, *Campylobacter jejuni*, *C. coli* ve *C. difficile*) üremesini sınırlandığı tespit edilmiştir (Strus vd., 2001; Mishra vd., 2016; Kawai vd., 2016). *L.casei* GG, in vitro olarak Gram-pozitif ve Gram-negatif bakterilerin çoğuna karşı ‘mikrosin’ adı verilen hücre dışı inhibitör madde ürettiği ifade edilmektedir (Shah ve Walker, 2000; Akkoç vd., 2016).

2.1.5. Probiyotiklerin Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri

Probiyotiklerin, hücre yapı bileşenlerini kullanarak ya da ürettikleri metabolitlerle bağırsaklarla doğrudan etkileşime girerek bağışıklık sistemini düzenleyebildiği bildirilmektedir. Ayrıca probiyotiklerin bağırsak bariyer fonksiyonunu muhafaza ettiği ve bağışıklık yanıtının düzenlenmesi üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir. Probiyotiklerin bu özelliklerinden dolayı alerji semptomlarının hafifletilmesi üzerine olumlu etki ettiği klinik çalışmalarla belirlenmiştir (Boirivant ve Strober, 2007; Villena vd., 2013, Zhang vd., 2019).

Probiyotikler, doğal öldürücülerin (Natural Killer) hücre aktivitesini artırmak suretiyle spesifik olmayan konakçı yanıtlarını modüle etmektedirler (Holzapfel vd., 2001). Sıçanlarda yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan sitokin üretimindeki azalmayı probiyotiklerin tersine çevirdiği gözlenmiştir (Muscettola vd., 1994).

Probiyotiklerle ilişkili olarak immün sistemde meydana gelen değişiklikler; mukus üretiminin indüksiyonu, *Lactobacillus*’ların sinyalizasyonu yoluyla makrofaj aktivasyonu, sekretuar IgA ve nötrofillerde artma, inflamatuvar sitokin salınımının inhibisyonu, periferel Ig düzeylerinin artışı olarak özetlenmektedir (Fukushima vd., 1998).

Probiyotikler dendritik hücrelerde yüzey fenotipini değiştirmek suretiyle sitokin salınımına neden olmaktadır (Drakes vd., 2004). Bununla beraber bu etkilerin lokalize mi yoksa sistemik mi olduğu konusunun bilinmediği ifade edilmektedir. Sağlıklı kişilerde probiyotiklerin bağışıklık sistemi üzerinde gösterdiği düzenleyici etkinin hastalarda görülmeyebileceği bildirilmektedir. Örneğin, sağlıklı kişilerde probiyotiklerin fagositoz üzerinde stimülatör etki göstermesine karşın alerjisi olan kişilerde fagositozda aşağı doğru regülasyona neden olduğu belirtilmektedir. Probiyotiklerin immün sistem üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılması için bu konuda daha fazla in vitro ve in vivo çalışmanın yapılması gerekmektedir (Pelto vd., 1998; Gao vd., 2016).

2.1.6. Probiyotik Olarak Kullanılan Mikroorganizmalar

Probiyotik bakteriler çubuk veya kok, Gram-pozitif, sporsuz, oksijen isteklerine göre anaerob ya da fakültatif anaerob olmak üzere iki grupta incelenebilir. *Lactobacillus* grubunda bulunan türlerin spor oluşturmamaları, Gram-pozitif oldukları, katalaz enzimlerinin bulunmadığı ifade edilmektedir. *Lactobacillus* cinsine ait türler proteolitik ve lipolitik özellik göstermediklerinden, bulundukları ortamda özellikle peptit, aminoasit, bazı vitamin ve yağ asitlerine ihtiyaç duydukları bilinmektedir. Bu gruptaki bakterilerin redoks potansiyelini düşürdüğü rapor edilmiştir (Ahi 2011, Tokatlı 2013, Soto vd., 2019). Bu tür bakteriler, karbonhidrat ve proteinleri metabolize edebilmektedirler. Oksijensiz ortamda elektron alıcı olarak rol oynayan metabolitler üretebilmektedirler. Anaerob fermentasyon sonucunda laktik asit, süksinat, asetat, propiyonat, bütirat, kısa zincirli, uçucu yağ asitleri, hidrojen, karbondioksit, metan gibi mikrobiyal metabolitlerin üretildiği ileri sürülmektedir (Dhanasekaran vd., 2008; Li vd., 2020). *Lactobacillus* ssp. meyve-sebze gibi bitkisel ürünlerden, süt ve süt ürünleri ile diğer fermente gıdalardan izole edilebilmektedir. Fermente süt ürünlerinde sıklıkla karşılaşılan laktik asit bakterilerinin (LAB) yanında çiğ süt florasında *L. lactis*, *L. plantarum*, *L. paracasei* gibi suşların da varlığı bilinmektedir (Altuntaş vd., 2010). Bazı türlerinin ileri düzeyde biyofilm oluşturabildiği, ekzopolisakkaritlerin (EPS) üretim yeteneklerinin olduğu ve bazı antibiyotiklere (streptomisin ve vankomisin gibi) direnç gösterebildikleri ifade edilmektedir (Jalilsood ve ark. 2015, Jose ve ark. 2015, Salas-

Jara ve ark. 2016). Yoğurt üretiminde kullanılan bakteriler (*Lactobacillus bulgaricus* ve *Streptococcus thermophilus*) haricindeki diğer laktik asit bakterileri bağırsak mikrobiyotasında yaşayabildiği belirlenmiştir (Yaşar ve Kurdaş, 2009). Probiyotik olarak adlandırılan bazı bakteri türleri, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus brevis*, *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus paraplantarum*'dur. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar toplu olarak Çizelge 2.1'de verilmiştir (Lee ve Salminen, 2009; Yaşar ve Kurdaş, 2009; Omak vd., 2016).

Çizelge 2.1. Probiyotik olarak kullanılan mikroorganizmalar (Lee ve Salminen, 2009; Yaşar ve Kurdaş, 2009; Omak vd., 2016)

<i>Bifidobacterium</i> türleri	<i>Bifidobacterium breve</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. thermophilum</i> , <i>B. bifidum</i> , <i>B. adolescentis</i>
<i>Lactobacillus</i> türleri	<i>Lactobacillus helveticus</i> , <i>L. salivarius</i> , <i>L. gasseri</i> , <i>L. delbrueckii</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. acidophilus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. paraplantarum</i> , <i>L. johnsonii</i> , <i>L. rhamnosus</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. casei</i>
<i>Bacillus</i> türleri	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>B. lentus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. pumilis</i>
<i>Bacteroides</i> türleri	<i>Bacteroides capillus</i> , <i>B. amylophilus</i> , <i>B. ruminicola</i> , <i>B. juis</i>
<i>Propionibacterium</i> türleri	<i>Propionibacterium freudenreichii</i> , <i>P. shermanii</i>
<i>Leuconostoc</i> türleri	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> ssp. <i>mesenteroides</i>
<i>Enterococcus</i> türleri	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>E. faecium</i>
<i>Pediococcus</i> türleri	<i>Pediococcus cerevisiae</i> , <i>P. pentoseceus</i> , <i>P. acidilactici</i>
<i>Streptococcus</i> türleri	<i>Streptococcus lactis</i> , <i>S. intermedius</i> , <i>S. cremoris</i> , <i>S. diacetylactis</i>
Küfler	<i>Aspergillus oryzae</i> , <i>A. niger</i>
Mayalar	<i>Candida torulopsis</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Saccharomyces boulardii</i>

Laktoz fermentasyonu yapan *Lactobacillus* türleri gibi bakteriyel probiyotikler de fermentatiftirler. Glikoz, homofermentatif bakteriler ile laktik aside veya heterofermentatiflerle eşdeğer miktarda laktik asit, CO₂ ve etanole fermente edilebilmektedir. Böylece, bazı patojen organizmaların yerleşmesi ve çoğalması için ortam elverişsiz hale gelmektedir (Macfarlane ve Cummings 2002).

L. bulgaricus, biyolojik bariyer oluşturmak için bağırsak mukozasına sıkıca bağlanan ve dengeyi korumaya yardımcı olan gastrointestinal sistemdeki baskın probiyotik bakterilerden biridir (Conway vd., 1987). *L. bulgaricus*, sağık üzerindeki yararları ve endüstriyel uygulamalardaki önemi nedeniyle en önemli LAB' den biri olarak kabul edilmektedir (Gouesbet vd., 2002).

Metchnikoff'un ünlü eserinde bahsettiğı bu bakteriler, daha sonra *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* olarak bilinen 'Bulgar Basillus' dur (Michaylova vd., 2007).

L. bulgaricus süt ürünleri, bitkiler ve insan bağırsağı gibi yerlerde sıklıkla bulunan patojenik olmayan, laktik asit üreten, Gram-pozitif çubuk şeklinde bir bakteridir (Karami vd., 2017, Dawlal vd., 2019). Özellikle yoğıurt ve bazı peynirler başta olmak üzere fermente ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir. *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* tarafından üretilen pirüvik asit, formik asit, folik asit ve uzun zincirli yağ asitlerini kolayca kullanabilirken, *L. bulgaricus* tarafından üretilen peptitler, serbest amino asitler ve putresin *S. thermophilus*' un çoğalmasını uyarmaktadır (Sieuwerts vd., 2008, Kaneko vd., 2014). Bazı çalışmalar, bu bakterilerin az miktarda tüketiminde kanser, soğıuk algınlığı ve huzursuz bağırsak sendromu riskini artırdığını ifade etmektedir (Makino vd., 2010; Michels vd., 2020).

L. casei de yaygın olarak kullanılan bir probiyotik türdür (Tandee 2013). *L.casei* ilk olarak 1971'de yeni tür olarak ileri sürölmesine karşın ilk olarak 1996'da araştırmaya alındığı söylenmektedir (Hansen ve Lessel, 1971). Ancak bu tür (Dicks vd., 1996). *L. casei*, Gram-pozitif, patojenik olmayan bir laktik asit bakterisi ve insan mikrobiyotasının doğıal üyesidir (Tiptiri-Kourpeti vd., 2016). Karbonhidratların fermentasyon ürünü olarak laktik asit üreterek, fermente gıdaların hazırlanmasında asit üreten bir başlangıç kültürü olarak kullanılmaktadır (Kimoto-Nira vd., 2012) *L. casei*, peynir, şarap, turşu gibi besinlerde, insan ve hayvanların üreme ve gastrointestinal yolları gibi çeşitli çevresel habitatlarda bulunmaktadır (Hill vd., 2014).

L. casei suşlarının bağırsaktaki mikrobiyotayı değiştirdiği ve konak immün yanıtını etkilediği gösterilmiştir (Aktas 2015). Bir gıda takviyesi olarak *L. casei*' nin mikrobiyota dengesinde, artrit ve tip 1 diyabette iyileşmelere yol açtığı gösterilmiştir (Sharma ve Devi 2014, So vd., 2008, Teanpaisan vd., 2009). Ayrıca lösemide hücrelerin negatif yönde büyümesini engellediği ve karaciğer kanserinde, anti-kanser etkilerinin olduğu gösterilmiştir. (Katayama 1990, Han vd., 2013).

Buna ek olarak, tüketildiğinde konağa yarar sağlayabilen birçok biyoaktif metabolit ürettikleri belirtilmiştir (Dietrich vd., 2014).

LAB arasında *Streptococcus thermophilus*, süt endüstrisinde büyük ekonomik öneme sahip olan starter bakterisidir (Hu vd., 2018, Alexandraki vd., 2019). *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* ile birlikte yoğurt, kefir, peynir gibi (örneğin mozzarella, beyaz peynir, süzme peynir ve kaşar) fermente süt ürünlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılan bir mikroorganizmadır (Wu vd., 2014, Chandan vd., 2017, Li vd., 2018). Esas olarak kommensal ve patojenik türlerden oluşan *Streptococcus*'larda FDA (2019)' ya göre GRAS statüsü ve EFSA (2019)' a göre QPS statüsü verilen tek türdür. *S. thermophilus*, *Streptococcaceae* familyasına ve *Lactobacillales* takımına ait, Gram-pozitif, patojenik olmayan, homofermentatif fakültatif anaerob bir bakteridir (Vitetta vd., 2019).

S. thermophilus, laktik asit üreterek sütün pH' sının hızla düşürülmesinde önemli bir rol oynamakta ve fermente gıdalara lezzet vermektedir. Bazı *S. thermophilus* suşlarının fermente süt ürünlerinin dokusunu ve viskozitesini artırabilecek ekzopolisakkaritler (EPS) ürettiği de belirtilmektedir (Zisu vd., 2003).

Süt fermentasyonundaki temel özelliği, hızlı asit oluşturma ve diğer mikroorganizmaların inhibisyonuna neden olan laktik asit üretimidir. *S. thermophilus* tarafından üretilen asetaldehit ve ekzopolisakkaritler gibi ikincil metabolitler son ürünün lezzetini ve dokusunu güçlü bir şekilde etkilemesi nedeniyle de önemlidir. Ayrıca, probiyotik olarak tanımlanan *S. thermophilus* suşları, insanlar tarafından tüketildiğinde çeşitli sağlık yararlarına katkıda bulunduğu, bebeklere verilmesinin diyare riskini

önemli ölçüde azalttığı ifade edilmektedir (Wasilewska vd., 2018, Evivie vd., 2019, Kim ve Oh, 2013).

Enterokoklar LAB'nin bir üyesi olup ağız, cilt ve gastrointestinal sistem (GİS) dahil olmak üzere mikrobiyotanın bir parçasını oluşturduğu belirtilmektedir (Laukova vd., 2017). İkili ya da kısa zincir halinde bulunan fakültatif anaerob, kok ya da kokoid morfolojiye sahip Gram-pozitif, spor oluşturmeyen, katalaz negatif, oksidaz negatif bakteriler olarak bilinmektedir (Fisher ve Phillips 2009, Ahi 2011).

Patojen potansiyelinde olmasına rağmen bazı kommensal enterokoklar suşlarının, insanlarda probiyotik olarak yıllardır güvenle kullanıldığı, genellikle düşük seviyelerde virülans etki gösterdiği belirtilmiştir (Arias ve Murray 2012). Ancak moleküler biyolojideki son gelişmelerde enterokok gıda suşlarının güvenli olduğu, virülans ve antimikrobiyal direnç genleri taşıyan suşlardan ayırt edilebildiği tespit edilmiştir (Montealegre vd., 2016).

Enterococcus cinsi bakteriler fermente gıdalarda en yaygın rastlanan *Enterococcus faecium* ve *E. faecalis* başta olmak üzere 20'den fazla tür içermektedir (Lebreton vd., 2014). Enterokok suşlarının, özellikle *E. faecium*'un probiyotik özelliklerini değerlendirmek için birçok çalışma yapılmıştır (Vahjen vd., 2007; Barbosa vd., 2014; Hanchi vd., 2018; Wu vd., 2019).

E. faecium, *Enterococcus* türleri arasında ticari olarak en çok kullanılan enterokok türü olup probiyotikleri, düzensiz bağırsak sendromu semptomlarının, antibiyotik kaynaklı diyarenin hafifletilmesi, farklı fonksiyonel ve kronik bağırsak hastalıklarının önlenmesi gibi bazı insan ile hayvan hastalıklarının tedavisinde/önlenmesinde kullanılabilmektedir (Bybee vd. 2011; Maia vd., 2001). Ayrıca, bazı enterokoklar'ın antikanserojen, ve bağışıklık düzenleyici etki gösterdiği bildirilmiştir (Avram-Hananel vd., 2010). Bunun dışında antimikrobiyal aktiviteye sahip antimikrobiyal peptitler de ürettiği ifade edilmektedir (Ramiah vd., 2009).

2.1.7. Probiyotiklerin Konak Sağlığı Üzerindeki Etkileri

2.1.7.1. Patojenlerle rekabet

Probiyotik mikroorganizmalar, bağırsakta bulunan patojen mikroorganizmalar ile rekabet içerisindeyler. Bu özellikleriyle patojen mikroorganizmaların epitel ve mukozal yüzeylere adezyonuna engel oldukları bildirilmektedir. Patojenlerin inhibisyonu, antimikrobiyal maddelerin üretimi ve/veya mukozal bağışıklığın uyarılması dahil olmak üzere probiyotik mikroorganizmaların konakta sağlık açısından önemli mekanizmaları aktive ettiği bilinmektedir (Servin ve Coconnier 2003, Castro-Bravo vd., 2018).

Probiyotik suşların, sahip olduğu koagregasyon kabiliyeti (patojenlere yapışma), patojen bakterilerin kolonileşmesini önleyen koruyucu bir bariyer oluşmasına sebep olduğu belirtilmektedir (Schachtsiek 2004). Yapılan çalışmalara göre probiyotik bakteriler, epitel hücrelerine yapışabilmekte ve patojenleri bloke edebilmekte, böylece konağın patojen mikroorganizmalara karşı korunmasında ve konak immunitesinin güçlendirilmesine katkı sağladığı ifade edilmektedir (Scott vd., 2015).

Probiyotiklerin anti-patojenik aktivite gösterdiği bir diğer durumun, hem uygun besin maddeleri için hem de patojen bağlama için rekabet ettikleri ortam olduğu tespit edilmiştir (Figuerola-Gonzalez vd., 2011). Ayrıca anti-patojenik aktivite, klasik antibiyotiklerin aksine bağırsak mikrobiyotasının karmaşık popülasyon bileşimindeki bozulmayı veya değişikliği engellediği için probiyotiklerin en yararlı etkilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Probiyotik mikroorganizmalar asetik, propiyonik, bütirik ve laktik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri (SCFAs), bakteriyosin, etanol, organik asit, diasetil, asetaldehit, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve peptitler gibi çok çeşitli anti-patojenik ajan üretmesiyle inhibisyon sağladığı bilinmektedir (Tejero-Sarinena vd., 2013, Islam 2016). LAB'ne ait çoklu probiyotik suşlar tarafından heterofermentatif yollardan organik asitlerin üretimi esas olarak Gram-negatif patojenlere karşı antimikrobiyal aktiviteden sorumlu olduğu belirtilmektedir (Lukic vd., 2018).

2.1.7.2. pH'yı Düşürme Kapasitesi

Probiyotik bakteriler, özellikle *Lactobacillus* suşları, pH'yı düşüren asetik, laktik, propiyonik asit üretmekte ve çok çeşitli Gram-negatif patojenik bakterilerin gelişmesini inhibe etmektedir. Bununla birlikte, *Lactobacillus* suşlarının antibakteriyel etkisinin, laktik asit ve bakterisidal maddelerin pH'ya bağlı mekanizma ile kombinasyonunun bir sonucu olduğu belirtilmiştir (Vanderpool vd., 2008).

Lactobacillus'ların antimikrobiyal etkisinin laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve hidrojen peroksit, bakteriyosinler ve antimikrobiyal peptitlerin (AMP' ler) değişken bir etki aralığına sahip organik asitlerin üretimiyle bağlantılı olduğu bilinmektedir (Cortes Zavaleta vd., 2014, Gemechu 2015). Bu asitler hücre zarı ile etkileşime girdiğinde hücre içi asitleşme ile protein denatürasyonuna neden olabildiği ifade edilmektedir. Laktik asitin antibakteriyel etkisinin sitoplazmik zarıda indüklenen fizyolojik ve morfolojik değişikliklerden kaynaklanmakta olduğu, bu durumun da sitoplazmik içeriklerin hücre dışına sızmasına neden olduğu belirtilmektedir (Wang vd., 2015).

2.1.7.3. Bakteriyosin Üretimi

Bakteriyosinler, bakteriler tarafından ribozomal olarak sentezlenen, protein özelliğinde ve antagonistik etki gösteren bileşiklerdir. Tüketicilerin doğal, besleyici özellikte ve kimyasal madde içermeyen gıdalara olan talebi, bakteriyosinleri, gıda endüstrisi için doğal bir biyo-koruyucu hâline getirdiği bilinmektedir (Pranckute vd., 2015).

Laktik asit bakterileri (LAB) tarafından üretilen bakteriyosinler üç ana grupta incelenbilir; lantibiyotikler (sınıf I), non-lantibiyotikler (düşük ısıya dayanıklı peptitler-sınıf II) ve yüksek ısıya duyarlı proteinlerdir (sınıf III).

Lantibiyotikler en fazla belgelenmiş ve endüstriyel olarak faydalanılan üründür (O'Sullivan 2002; Vanderpool vd., 2008). LAB'den türetilen bakteriyosinlerin mitoz sırasında bakteriyel zar bütünlüğünü ve septum oluşumunu hedeflediği de bilinmektedir (Cavera vd., 2015). Gram-pozitif ve Gram-negatif patojen bakterilerinin inhibisyonu da

dahil olmak üzere *Lactobacillus* 'ların yararlı etkileri birçok araştırmacı tarafından rapor edilmiştir (Song vd., 2017, Zhu vd., 2014). *P. aeruginosa*, *S. aureus* ve *Salmonella* türlerinin neden olduğu enfeksiyonların kontrolünde *Lactobacillus* 'ların terapötik rolü bildirilmiştir (Aminnezhad vd., 2015). Enterokok bakteriyosinleri, Gram-negatif ve Gram-pozitif gıda kaynaklı patojenler dahil olmak üzere geniş spektrumlu antimikrobiyal aktiviteleri ile tanındığı ifade edilmiştir (Laukova vd., 2017). Ayrıca, bazı bakteriyosinler antifungal ve/veya antiviral aktiviteye sahiptir ve bazı durumlarda endosporları inhibe edebilmektedirler. Bu özellikler bakteriyosinogenik *Enterococcus* suşlarının gıda, insan ve hayvan sağlığı uygulamaları için önemli tür olarak gösterilmesinin nedeni olarak gösterilmiştir (Edalatian vd., 2012; Grande Burgos vd., 2014; Schelegueda vd., 2015).

2.1.7.4. Hidrojen Peroksit Üretimi

LAB tarafından üretilen hidrojen peroksitin (H_2O_2) patojen mikroorganizmalara karşı güçlü bir antogonizm oluşturduğu bildirilmiştir. Ayrıca *S. aureus* inhibisyonundaki potansiyel rolü de gösterilmiştir (Vasiljevic ve Shah 2008). Hidrojen peroksit üretiminin, LAB' nin inhibe edici aktivitesini açıklamak için kabul gören bir hipotez olduğu bilinmektedir (Charlier vd., 2009). Bir çalışmada hidrojen peroksit üretme yeteneği olan *Lactobacillus lactis* suşu ele alınmış, *L. casei* Shirota veya *L. acidophilus* YIT 0070, *E. coli* 0157: H7' nin gelişmesini inhibe ettiği tespit edilmiştir (Servin ve Coconnier 2003).

2.1.7.5. Adezyon Bölgesinde Patojenlerle Rekabet

Probiyotik mikroorganizmaların faydalarından bir kısmı, rekabetçi baskılama adı verilen olay ile *Salmonella* gibi patojenik bakterilerin adezyonunu engellemeye dayanmaktadır. Probiyotik bakterilerin patojen-reseptör veya toksin-reseptör etkileşimlerine müdahale ederek bu etkileşimi bozduğu bilinmektedir. Gastrointestinal sistemdeki probiyotikler hem patojenlerin hem de toksinlerinin bağırsak epiteline yapışmasını azalttığı belirtilmektedir (Vanderpool 2008).

2.1.7.6. Bağıışıklığın Uyarılması

Bağırsak mukoza zarı; potansiyel olarak zararlı antijenlerin, mikroorganizmaların baskılanması veya ortadan kaldırılmasında önemli rol oynadığı ve aynı zamanda besinlerin seçici emilimine katkı sağladığı belirtilmektedir (Herich ve Levkut 2002).

Probiyotiklerin, patojenleri doğrudan etkileyen antipatojenik biyoaktif bileşikler üretmenin yanı sıra, bağırsak epitel hücrelerinin kriptolarında üretilen defesinlerin (katyonik anti-mikrobiyal peptitler) üretiminiyle ilgili savunma yollarını uyardığı da belirtilmektedir (Figuerola-Gonzalez vd., 2011).

Probiyotik bakterilerin; epitel hücreleri, M hücreleri ve dendritik hücrelerle etkileşimi sonucu koloni oluşturdıkları ve böylece hücre içine penetre oldukları bilinmektedir. Bu etkileşimin, enflamasyon sitokininin (IL-6' nın) epitel hücreler tarafından salınmasını uyardığı ifade edilmektedir. Mast hücrelerinin ve aynı zamanda IL-6 ile birlikte B lenfositlerinin yüzeyinde IgM ve IgA (immünglobulin) üretimini arttırdığı belirtilmektedir. IgE' nin (alerjene özgü immünglobulin) azalmış sekresyonu ve IgM, IgG gibi antikorların üretiminde de ilişkili bir artış olduğu bilinmektedir. Ayrıca probiyotik bakterilerin, virüsleri ve tümörleri öldürmek için makrofajları, doğal öldürücü hücreleri ve sitokinleri ürettiği tespit edilmiştir (Galdeano vd., 2007). Bu etkinin bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir (Oelschlaeger 2010).

Süt ve süt ürünlerinde kullanılan probiyotik *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 ve *Lactobacillus johnsonii* JCM 2012 ile yapılan bir çalışmada, insanlarda bağıışıklığı artırıcı etki gösterdikleri ifade edilmiştir (Perdigon vd., 2001, Shida vd., 2009, Lebeer vd., 2010).

L. casei Shirota, *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 53103, *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 ve *L. johnsonii* Y50092 ile yapılan başka bir çalışmada ise, izole edilen polisakkarit komplekslerinin bağıışıklık düzenleyici etkileri incelenmiştir. *L. casei* Shirota dışındaki türler ile sonuç alınamazken, *L. casei* Shirota'dan izole edilen

polisakkarit-PG kompleksinin bağıışıklık üzerine olumlu etki gösterdiği belirtilmiştir. Böylece *L. casei* Shirota' nın IBD (inflatuar bağırsak hastalığı) tedavilerinde kullanılabileceğı ifade edilmiştir (Matsumoto vd., 2005).

2.1.8. Probiyotik Gıda Kaynakları

Beslenme, gastrointestinal sistemdeki mikroorganizmaların kolonizasyonunu düzenlemede ana faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Ranadheera vd., 2010). Bağırsak mikrobiyotasında faydalı mikroorganizma popülasyonunun pozitif dengesini oluşturmak için probiyotik mikroorganizma içeren gıda tüketiminin düzenli olması önerilmektedir (Lloyd-Price vd., 2016). Antibiyotiklerin kullanılmasıyla birlikte mikrobiyota dengesinin bozulduğu gözlemlenmiştir. Bu durumlarda probiyotik mikroorganizmaları içeren besin maddelerinin tüketiminin artırılmasının oldukça büyük önem taşıdığı bildirilmektedir (Tunail 2009, Johansson vd. 2011, Pamer 2016).

Probiyotiklerin uzun süre canlı kalabilmesi için çok yönlü özellikleri nedeniyle gıda, baharat ve içecekler içerisine katıldığı bilinmektedir (Ravinder vd., 2012). Probiyotik mikroorganizmaların gıdalar aracılığıyla tüketilmesi popüler bir yaklaşım olup genellikle yiyeceklere eklenerek kurutulmuş veya derin dondurulmuş formda muhafaza edildiğı ifade edilmiştir (Moro vd., 2013, Stefania ve Marco 2017). Yaş grubu aralığına göre uygulanan farklı mekanizma yolları olup kapsül veya probiyotik gıda şeklinde ağızdan alınabildiğı belirtilmektedir. Sadece süt bazlı ürünler değil bunun yanında diğer gıdalarında probiyotiklerin taşınmasında temel taşıyıcı olduğu öne sürülmektedir (Ravinder vd., 2012).

Peynir, probiyotik mikroorganizmaların uzun süre canlılığını koruyabilmesi açısından uygun bir taşıyıcı olarak değerlendirilmektedir. Peynirin diğer süt ürünlerine göre daha düşük oksijen seviyesi, daha yüksek pH değeri ve yağ içeriğine sahip olması nedeniyle, probiyotik mikroorganizmaların sindirim sistemi boyunca geçişi sırasında koruyucu bir matriks olarak görev yaptığı belirtilmektedir (Kasımoğlu vd. 2004; Kalavrouzioti vd. 2005; Karimi 2011).

Peynir üretiminde kullanılan probiyotik bakterilerin etkinliği, tür ve aktiviteleri, peynir çeşidi, üretim ve olgunlaşma koşulları gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (Gürsoy ve Kınık 2005). Konu ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalarda, probiyotik bakterilerin birçok peynir çeşidinin üretiminde başarıyla kullanılabileceğini gösterilmiştir. Peynir üretiminde probiyotik kültürlerin kullanılması, sağlık üzerine olumlu etkisini arttırmak ve kalitesini iyileştirmekle birlikte, aynı zamanda probiyotik ürünlerin çeşitliliğini de artıracak potansiyel sağladığı bilinmektedir (Araújo vd., 2012).

Yapılan bir araştırmada, *Bifidobacterium bifidum* BB-02 ve *Lactobacillus acidophilus* LA-5 probiyotik bakterilerinin üretiminde kullanıldığı salamura beyaz peynirin 90 günlük depolama süresince mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir. Üretimde iki farklı oranda (%2,5 ve 5,0) probiyotik bakteri kullanılarak üretilen peynirler ile probiyotik bakteri eklenmeden üretilen kontrol grubunun bazı özellikleri kıyaslanmıştır. Analiz sonuçlarına göre %5 oranında probiyotik bakteri içeren peynirde proteolizin daha hızlı gerçekleştiği belirtilmiştir (Yılmaztekin, 2004).

Kasımoğlu vd. (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, salamura ve ambalaj içerisinde depolanan beyaz peynirlerdeki *Lactobacillus acidophilus* 593N'nin canlılığı ve ürünün kalite özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmada *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* içeren kontrol grubu ve bu iki bakteriye ilave olarak *L.acidophilus* 593N içeren probiyotik peynir üretilmiş olup, örnekler vakum ambalajda ve %13 NaCl içeren salamura ile birlikte tenekelerde 4°C'de 90 gün boyunca depolanmıştır. Vakum ambalaj ve salamura içerisinde depolanan probiyotik peynirlerin içerdiği *L.acidophilus* 593N sayısının depolamanın 7. gününde 10^9 - 10^{10} kob/g iken, sürenin sonunda 1.0×10^6 kob/g'ın altına düşmediği gözlemlenmiştir. Vakum ambalajlı probiyotik peynirde bulunan *L. acidophilus* 593N sayısının, salamura içerisinde depolanan ürüne göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Duyusal analiz sonuçlarına göre probiyotik peynirler arasında vakum ambalajlı olanların kabul edilebilirlik derecesinin salamurada depolanan ürünlerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonucunda probiyotik beyaz peynir üretiminde *L. acidophilus* 593N kullanımının uygun olduğu, probiyotik peynir üretiminde kısa olgunlaşma süresi ve vakum ambalajlamanın tercih edilebileceği değerlendirilmiştir.

Bir grup araştırmacı *Lactobacillus fermentum* AB5-18, *Lactobacillus fermentum* AK4-120, *Lactobacillus plantarum* AB16-65 ve *Lactobacillus plantarum* AC18-82 suşları ile beyaz peynir üreterek örneklerdeki probiyotik bakterilerin canlılıklarını araştırmışlardır. Çalışmada birinci grup peynir örnekleri *L.fermentum* AB5-18, *L. fermentum* AK4-120, *L. plantarum* AB16-65 ve *L. plantarum* AC18-82'den oluşan probiyotik bakteri karışımı; ikinci grup (kontrol grubu) *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris* ve *Lactococcus lactis* ssp. *lactis* bakterileri kullanılarak, üçüncü grup peynir örnekleri ise eşit miktarlarda probiyotik karışımı ve *L. lactis* subsp. *cremoris*, *L. lactis* subsp. *lactis* bakterileri kullanılarak üretilmiştir. Peynirler 4°C'de 120 gün süresince depolanmış ve bu süre sonunda elde edilen sonuçlara göre çalışmadaki probiyotik bakterilerin, peynir üretiminde kullanılabildiğı değerlendirilmiştir (Kılıç vd., 2009).

Bu konuda yapılan bir diğer araştırmada beyaz peynir üretiminde A grubu (*Lactobacillus lactis* ve *Lactococcus cremoris*), B grubu (*Bifidobacterium bifidum* BB-12), C grubu (*Lactobacillus acidophilus* LA-5), D grubu (*B. bifidum* BB-12) ve E grubu (*Bifidobacterium longum*) ticari peynir kültürlerini kullanarak beş farklı grup peynir üretmişlerdir. Peynirler 4°C'de 60 gün süresince depolanmış ve depolamanın 2., 15., 30. ve 60. günlerinde mikrobiyolojik analizler yapılmıştır. Peynirlerin üretimi sırasında probiyotik bakterilerin canlılığını yeterli düzeyde koruyabildiğı, depolama sonunda sayının 1.0×10^6 kob/g'dan yüksek olduğı; belirlenmiştir. Sonuç olarak, probiyotik bakterilerin tek başlarına ya da ticari kültürleri ile birlikte beyaz peynir üretiminde başarıyla kullanılabileceğı belirtilmiştir (Yangılar 2010).

Lactobacillus suşları kullanılarak yapılan bir çalışmada ise insan sütünden izole edilen *Lactobacillus salivarius* CECT5713 ve *Lactobacillus salivarius* PS2 suşları kullanılarak peynir üretilmiş ve 4°C'de 28 gün depolama periyodu süresince *L. salivarius*'un canlılığı ile uçucu bileşen profili, tekstürel ve duyuusal özellikler incelenmiştir. Peynir örneklerinde üretim sonrası *L.salivarius* CECT5713 ve *L.salivarius* PS2'nin sayıları sırasıyla 8.1 ve 7.9 log kob/g olarak belirlenmiştir. Depolamanın 21. gününden sonra örneklerdeki probiyotik bakterilerin her ikisinin de sayısında azalma olduğı, depolamanın 28. günü sonunda ise *L.salivarius* CECT5713 ve *L.salivarius* PS2 sayılarının sırasıyla 6.7 ve 6.6 log kob/g olduğı tespit edilmiştir. *L.salivarius* suşlarının

peynirin bileşimi, tekstürel ve duyuşsal özellikleri üzerine olumsuz etkisinin olmadığı saptanmıştır (Cárdenas vd. 2014).

Bu konuda yapılan farklı bir incelemede üretimlerinde peynir kültürü (*Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lactococcus lactis* ssp. *cremoris*) kullanılan kontrol grubu ile ilave olarak *Lactobacillus acidophilus* LA-5 ve *Bifidobacterium bacterium* BB-12 suşlarının birlikte ve ayrı ayrı kullanıldığı peynirler olmak üzere dört farklı deneme yapılmış, 12°C’de 60 gün depolama süresince peynirlerin mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerindeki değişimler incelenmiştir. Peynir kültürü ile probiyotik bakteri suşlarının birlikte kullanılmasının peynirin karakteristik özelliklerini etkilemediği gözlenmiştir. Peynirde depolama süresince probiyotik bakterilerin proteoliz düzeyinin artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Çalışmada yapılan mikrobiyolojik sayım sonuçlarına göre üretiminde probiyotik bakteri kullanılan örneklerin 1.0×10^6 kob/g’den daha yüksek sayı içerdiği bulunmuştur (Chaves ve Gigante, 2016).

10^7 kob/g’den daha yüksek seviyede probiyotik bakteri içeren pasta filata tipi peynir elde edebilmek amacıyla yapılan bir diğer çalışmada, *Lactobacillus rhamnosus* GG kullanarak ve bakteri içermeyen peynir grubu (kontrol) olmak üzere iki grup ürün üretilerek vakum paket içerisinde 4°C’de 15 gün depolanmıştır. Depolama süresince ve gastrointestinal sistem boyunca *L.rhamnosus* GG’nin canlılığı incelenmiştir. Probiyotik bakteri sayısının depolama süresi boyunca 3×10^7 kob/g’ın üzerinde olduğu ve gastrointestinal sistem şartlarına %60 oranında direnç gösterdiği tespit edilmiştir. (Cuffia vd., 2017),

Yapılan başka bir çalışmada üretiminde probiyotik bakteri kullanılmayan kontrol grubu ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Lactobacillus rhamnosus* LRB 10 kullanılarak üretilen üç farklı Boursin tipi keçi sütü peyniri üretilerek 35 gün boyunca 4°C’de depolanmıştır. *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *L. rhamnosus* LRB 10 probiyotik bakterilerinin sayım sonuçları 7 log kob/g’den yüksek bulunduğu ve gastrointestinal sistemde *B.animalis* subsp. *lactis* BB-12’in *L. rhamnosus* LRB 10’a göre dayanıklı olduğu saptanmıştır (Martins vd., 2018).

2.2. Beyaz Peynir Üretimi ve Özellikleri

Peynir yağlı süt, krema, kısmen veya tamamen yağı alınmış olan süt, yayık altı ya da bunların birkaçının veya tamamının, peynir mayası enzimi olan renin ya da zararsız organik asitler ile pıhtılaştırılmasının ardından peynir suyunun ayrılması, tuzlanması ve pıhtının şekillendirilmesi işlemleri sonucunda elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt ürünüdür (Abd El-Gawad ve Ahmed, 2011). Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'ne göre ise beyaz peynir; hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin, tekniğine uygun olarak işlenmesiyle üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre olgunlaştırılmış veya taze olarak tanımlanabilen, çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren salamuralı peynir olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2015).

Peynir yapımında kullanılacak çiğ sütün, kimyasal, fiziksel, duyuşsal ve mikrobiyolojik özelliklerinin Türk Gıda Kodeksi'ne uygun olması gerekir (Üçüncü 2018).

Peynire işlenecek süt fiziksel olarak temizlendikten sonra yağ standardizasyonu yapılarak pastörizasyon ünitesine gönderilmektedir. Yapılacak peynir çeşidine uygun parametrelerde pastörize edildikten sonra kültür ve renin enzimi ilavesi yapılmaktadır. Kesim olgunluğu kazanan pıhtı kırılarak peynir altı suyunun serbest kalması sağlanmaktadır. Elde edilen teleme, baskı uygulamasından sonra kesilerek salamurada bekletilmektedir. Tuz alması sağlanan peynir kaplara doldurularak uygun bomedde salamura ilavesi ile kapatılmaktadır ve 4-6 °C'de soğuk depolamaya alınmaktadır (Metin 2008, Üçüncü 2018).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Deneme peynirlerin üretiminde kullanılan süt bir süt fabrikasının peynire işlenecek sütünden temin edilmiştir. Rennin enzimi ve probiyotik kültürler; *Bifidobacterium bifidum* BB-12 ile *Lactobacillus acidophilus* LA-5 Chr. Hansen (Danimarka) firmasından, starter kültürler *Lactococcus lactis* + *Lactococcus cremoris* Danisco (Amerika) firmasından temin edilmiştir. İnülin Beneo (Almanya) firmasından satın alınmıştır.

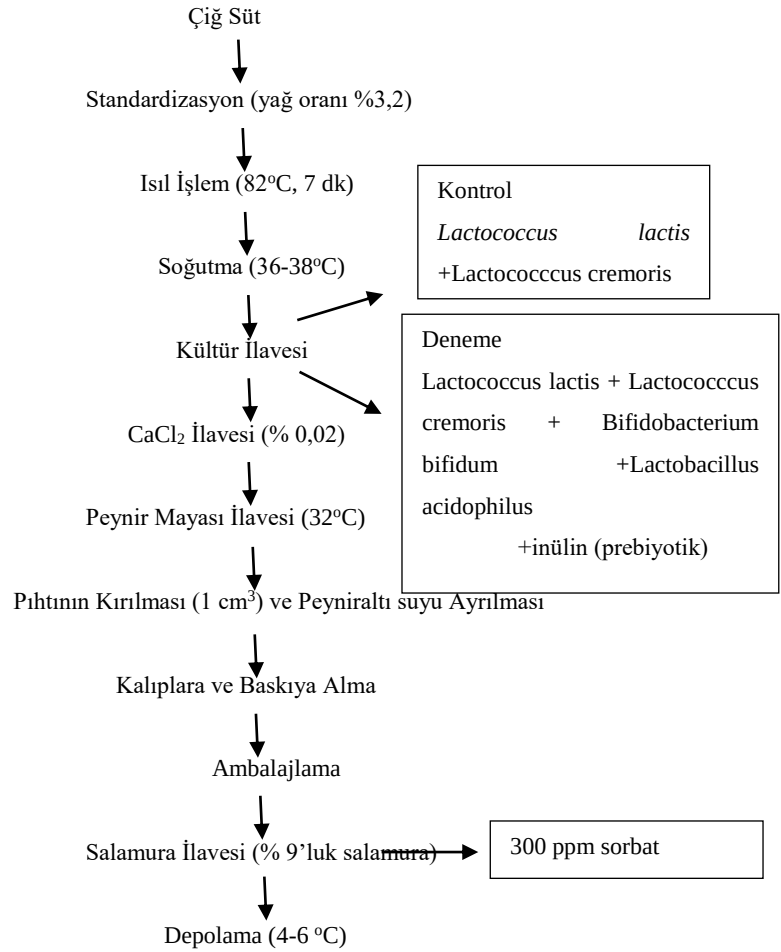
3.2. Metod

3.2.1. Peynir Üretimi

Tüketicilerin sağlıklı beslenme konusunda artan taleplerine göre kalsiyum ve protein oranı yüksek bir süt ürünü olan beyaz peynire fonksiyonellik katmak ve sindirime yardımcı hale getirmek için mezofilik kültüre ilave olarak probiyotik kültür (*Bifidobacterium bifidum* ve *Lactobacillus acidophilus*) ilave edilmiş ve Şekil 3.1'deki proses adımları takip edilerek peynir üretimleri yapılmıştır (Hayaloğlu 2002, Yetişmeyen 2001).

Yağ içeriği %3,2 olacak şekilde ayarlanan çiğ süte ticari olarak 82 °C, 7' lık pastörizasyon işlemi uygulanmıştır. Pastörize edilen sütlere 36-38 °C'de iki firmadan temin edilen *Lactococcus lactis* + *Lactococcus cremoris* peynir starter kültürleri ile *Bifidobacterium bifidum* (BB-12)+ *Lactobacillus acidophilus* probiyotik kültürleri %1,5-2,0 oranında ilave edilmiştir. Kontrol numunesi olan süte sadece starter ilave edilmiştir. Süte kültür katıldıktan sonra %0,02 oranında kalsiyum klorür ilave edilmiş ve sonrasında 32 °C'de peynir mayası eklenmiştir. Mayalama işleminde 1/20000 kuvvetindeki peynir mayasından (rennin enzimi) 250 mL/ton süt olacak şekilde kullanılmıştır. Pıhtı kırılması ve peynir altı suyu ayrılmasını takiben %2,0, 4,0, 6,0 inülin ilave edildikten sonra baskılama işlemi başlatılarak %35 kuru madde ve pH 4,7

olana kadar peynir tekne içerisinde bekletilmiştir. Peynirlerde küf-maya kontaminasyonu kaynaklı bombaj oluşumunu engellemek amacıyla salamura hazırlarken 300 ppm sorbat ilave edilmiş daha sonra salamuranın pastörizasyonu yapılmıştır. Baskılama işlemi tamamlanarak kaplara alınan peynirlerin pH'sı 3.0'a düştüğünde %9'luk pastörize salamura ilave edilmiş ve 4-6 °C'de buzdolabında raf ömrü boyunca tutulmuştur.



Şekil 3.1. Deneme için kullanılan beyaz peynir üretim aşamaları

3.2.2. Mikroorganizmalar

Bu çalışmada starter olarak Danisco (Amerika) firmasından temin edilen *Lactococcus lactis*+*Lactococcus cremoris*, probiyotik kültür olarak ise Chr.Hansen (Danimarka) firmasından temin edilen *Bifidobacterium bifidum* BB-12 ile *Lactobacillus acidophilus* LA-5 kullanılmıştır. Kültürler 36-38 °C’de süte doğrudan ilave edilmiştir.

3.2.3. Prebiyotikler

İnülin, mikroorganizmalar tarafından kullanılan prebiyotik bir maddedir. Bu çalışmada kullanılan inülin, Beneo (Almanya) firmasından temin edilmiştir. Orafti HPX ve Orafti GR ticari ismi verilen çeşitler, %100 bitkisel olup hindiba kökünün sıcak su ile ekstraksiyonu sonucu elde edilmiştir.

Orafti HPX’in min. %99,5 inülin içerdiği ve yüksek çözünürlüğe sahip olduğu bildirilmektedir. Orafti GR’nin ise min %90 inülin içerdiği Orafti HPX’e göre suda çözünürlüğünün daha düşük olduğu ifade edilmektedir.

Orafti HPX ve Orafti GR spesifikasyon bilgileri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Orafti HPX ve Orafti GR spesifikasyon bilgileri (Beneo Spesifikasyonu – Almanya)

Parametre	Limit (Orafti HPX)	Limit (Orafti GR)	Referans Yöntem
Inulin	Min. 99.5 g/100 g	Min. 90 g/100 g	AOAC 997.08
Glikoz + fruktoz + sukroz	Maks. 0.5 g/100 g	Maks. 10 g/100 g	AOAC 997.08
Kuru Madde (d.m)	97 ± 2 g/100 g	97 ± 2 g/100 g	Vakum (<35 mbar, 70°C, 20 saat)
pH (10 g/100 g)	6 ± 1	6 ± 1	Potentiometrik (20°C)
İletkenlik (15 g/100 g)	Maks. 250 µS/cm	Maks. 250 µS/cm	ICUMSA GS2/3/9-17, uyarlanmış
Kül (Sülfatlanmış)	Maks 0.2 g/100 g	Maks 0.2 g/100 g	ICUMSA GS3/4/7/8-11, uyarlanmış
Arsenik (Toplam)	Maks. 0.03 mg/kg	Maks. 0.03 mg/kg	ICP-MS
Kurşun	Maks 0.02 mg/kg	Maks 0.02 mg/kg	ICP-MS
Cıva	Maks 0.01 mg/kg	Maks 0.01 mg/kg	ICP-MS
Kadmiyum	Maks. 0.01 mg/kg	Maks. 0.01 mg/kg	ICP-MS

3.2.4. Mikrobiyolojik Analizler

3.2.4.1. Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayımı

Probiyotik beyaz peynir örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı için, Plate Count Agar (PCA) (Oxoid Ltd.) besiyeri kullanılmıştır. 10 g tartılan peynir örnekleri ¼ kuvvetindeki ringer çözeltisi ile 100 g'a tamamlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan dökme plak yöntemi uygulanarak ekim yapılarak 30°C'de 48 saat inkübe edilerek koloni sayımı yapılmıştır (Pappa vd, 2019).

3.2.4.2. Koliform Grubu Bakteri Sayımı

Probiyotik beyaz peynir örneklerin de koliform grubu bakteri sayımı için Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck) kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan petri kabına aktarılıp çift kat besiyeri dökülmüştür. Katılaştıran besiyeri 35-37°C'de 48 saat kadar inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda kırmızı renkli koloniler sayılmıştır (Kornacki vd, 2007).

3.2.4.3. MRS'de Gelişen Laktik Asit Bakteri Sayımı

Peynir örneklerinde laktik asit bakterilerinin sayımı için MRS (Merck) agar kullanılmıştır. Bunun için uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kapları, anaerobik ortamda 30°C'de 48 saat inkübe edildikten sonra eliptik şekilli koloniler sayılmıştır (Kasımoğlu vd., 2004, Modzelewska vd., 2009).

3.2.4.4. M17'de Gelişen Laktik Asit Bakteri Sayımı

Probiyotik beyaz peynir örneklerin de *Lactococcus*' ların sayımı için M17 (Merck) agara uygun dilüsyonlardan dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petri kutuları aerobik ortamda 30±1°C'de 48 saat inkübe edilerek koloni içeren petriler sayılmıştır (Kasımoğlu vd., 2004; Modzelewska vd., 2009; Trigueros vd., 2016).

3.2.4.5. Maya ve Küf Sayımı

Peynir örneklerinde maya ve küf sayımı için Malt Extract (MEA – Merck) besiyeri kullanılmıştır. Dökme plak yöntemiyle ekim yapılan petriler 25  C’de 5-7 gün inkübasyona bırakılıp inkübasyondan sonra koloniler sayılarak maya ve küf sayısı tespit edilmiştir (Hatakka vd., 2007).

3.2.4.6. Probiyotik Bakteri Sayımı

Kontrol ve probiyotik beyaz peynir örneklerinde *Lactobacillus acidophilus* bakteri sayımı için MRS-sorbitol (Merck) agar kullanılmıştır. MRS (Merck) agar sorbitol ilave edilmeden önce 121 C’de 15 dakika otoklavda sterilize edilmiştir. Döküm sıcaklığına gelen besiyeri  zerine *L. acidophilus* dışındaki mikroorganizmaların gelişimini inhibe etmek amacıyla D-sorbitol ilave edilmiştir. Petri kutuları anaerobik kavanozlar içerisinde 37 C’de 72 saat inkübasyondan sonra sayım yapılmıştır. Inkübasyon sonunda yeşilimsi kahverengi koloniler *L. acidophilus* olarak tanımlanmıştır (Kemgang vd., 2014).

Bifidobacterium suşlarının sayımında MRS-NNLP (nalidixic acid, neomycin sulfate, lithium chloride and paramomycine sulfate - Merck) agar besiyeri kullanılmıştır. NNLP antibiyotik karışımı olup *Bifidobacterium* suşları dışındaki laktik mikroorganizmaların gelişimini inhibe edici özellik taşımaktadır. MRS agar distile suda   z ld kten sonra 121 C’de 15 dakika otoklavda sterilize edilerek NNLP ilave edilmiştir. Petri kutuları anaerobik jarlar içerisinde 37  C’de 72 saat inkübasyona tabi tutulduktan sonra sayım yapılmıştır (Kemgang vd., 2014).

3.2.5. Kimyasal Analizler

3.2.5.1. Süt Analizleri

Deneme için kullanılan süt analizlerinden kurumadde ve kül miktarı gravimetrik yöntemle, yağ miktarı Gerber metodu ile, protein miktarı Kjeldahl metodu ile ve asitlik derecesi de titrasyon metoduyla belirlenmiştir (AOAC 1996; Kurt vd., 2007).

3.2.5.2. Peynirde Yapılan Analizler

Olgunlaşmanın 7., 15., 30. 60. ve 90. günlerinde beyaz peynirlerde ; kurumadde, yağ, kurumadde de yağ, tuz, kurumadde de tuz, kül, asitlik (laktik asit cinsinden), protein, suda çözünen protein, olgunlaşma derecesi belirlenmiştir (AOAC 1996; Kurt vd., 2007).

3.2.5.2.(1). Randıman Hesabı

Beyaz peynirlerde ham peynir ağırlığı, süt ağırlığına oranlanarak % verim belirlenmiştir (Saydam 2004, Jacob vd., 2011).

3.2.5.2.(2). İnülin Miktarı

Beneo (Almanya) firmasından temin edilen Orafit HPX ve Orafit GR ticari ismi verilen çeşitler % 2, 4 ve 6 oranlarında probiyotik peynirlere ilave edilmiştir.

3.2.5.2.(3). Kurumadde Oranı

Etüvde kurutulan ve desikatörde soğutulduktan sonra darası alınarak içine yaklaşık 5 g kadar peynir örneği tartılıp örnekler 105 °C’de çalışan etüve yerleştirilmiştir. Etüvde 4 saat kadar tutulup, desikatörde yarım saat soğutularak tartılmıştır. Tekrar etüvde 1 saat kadar tutulup desikatörde soğutulup tartılarak ağırlığın sabit hale gelip gelmediği kontrol edildikten sonra elde edilen değerlerden % kuru madde miktarı hesaplanmıştır (ISO 2004, Felicio vd, 2016).

3.2.5.2.(4). Yağ Oranının Belirlenmesi

Peynir örneklerinde yağ tayini Gerber yöntemine göre hesaplanmıştır. Van Gulik bütirometresi kadehine 3 g peynir tartılmıştır. Üzerine 10 mL %1,5'luk H₂SO₄ ilave edilmiştir. Sonra 1 mL amil alkol ilave edilip, asit ile geri kalan kısmı tamamlanmıştır. Bütirometre kapatıldıktan sonra santrifüj edilmiştir. Daha sonra 65 °C'lik su banyosunda tutulup g/100 g olarak yağ miktarı belirlenmiştir (IDF 2009, Alamprese 2002, Güngör 2007).

3.2.5.2.(5). Kurumaddede Yağ Oranının Belirlenmesi

Peynir örneklerinin kurumaddede yağ oranı; yağ oranının, kurumadde oranına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Kailasapathy, 2002).

3.2.5.2.(6). Tuz oranının belirlenmesi

Porselen bir havanda 5g peynir örneği sıcak saf su (60-70°C) yardımıyla iyice ezilip sulu kısım 500 mL'lik ölçülü balona aktarılmıştır. Balon bir süre soğumaya bırakıldıktan sonra oda sıcaklığındaki saf su ile işaretli kısma kadar tamamlanmıştır. Süzüntüden 25 mL alınıp potasyum kromat (K₂CrO₄) indikatörü damlatılarak 0,1 N gümüş nitratla (AgNO₃) kiremit kırmızı rengi oluşuncaya kadar titretilmiştir. Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO₃ miktarı formülde yerine konularak % tuz oranı hesaplanmıştır (IDF 2006, Başyigit 2009, Metin 2008).

1 mL 0,1 N AgNO₃ = 0,00585 g NaCl

%Tuz (g) = [(0,00585 x V) / m] x SF x100

V= Harcanan AgNO₃ çözeltisinin hacmi (mL)

N= Ayarlanan AgNO₃ çözeltisinin derişimi

m = Alınan numune miktarı (g)

SF= Seyreltme faktörü

3.2.5.2.(7). Kurumaddede Tuz Oranının Belirlenmesi

Peynir örneklerinin kurumadde de tuz oranları; tuz oranının, kurumadde oranına bölünmesiyle hesaplanmıştır (Gomes vd., 2008; Metin 2008).

3.2.5.2.(8). Titrasyon Asitliğinin (SH) belirlenmesi

Porselen bir havana 10 g peynir örneği tartılmıştır. 40°C sıcaklıkta saf su ilave edilerek iyice ezildikten sonra sulu kısım ölçü balonuna aktarılmıştır. Bu işlem birkaç kez tekrar edilip daha sonra balon çizgisine kadar saf su ile doldurulup süzölmüştür. Süzöntüye fenolfitalein indikatörü ilave edilip ve 0,1N sodyum hidroksit (NaOH) ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan miktar formülde yerine konularak laktik asit cinsinden asitlik (g/100 g) hesap edilmiştir. Sonuçlar 44,4 ile çarpılarak SH asitlik derecesine dönüştürölmüştür (AOAC, 1996; Kurt, 2007; IDF 2012).

% Asitlik (Laktik asit olarak) = $V \times N \times f \times 0,090 \times 100 / m$

V: Titrasyonda harcanan NaOH çözeltisi, mL

m: Titrasyonda kullanılan deney numunesi miktarı, g

N: NaOH'ın normalitesi.

f: NaOH'ın faktörü

0,090: Laktik asitin mili eşdeğer gramı

3.2.5.2.(9). pH tayini

10 g kadar peynir örneği 100 mL saf su içerisinde iyice homojenize edildikten sonra birleşik elektrotlu pH-metre (Mettler Toledo – FP20) kullanılarak belirlenmiştir (Lee ve Anema, 2009).

3.2.5.2.(10). Protein oranının belirlenmesi

Protein oranı, mikro Kjeldahl metodu uygulanarak hesaplanmıştır. Kjeldahl balonuna kadar peynir örneği tartılıp üzerine bir adet Kjeldahl tableti (1:10 oranında CuSO₄:K₂SO₄ katalizörü) ile H₂SO₄ ilave edilerek yakılmıştır. Destilasyon işlemi

sonrasında titrasyonda harcanan 0,1 N borik asit miktarı formülde yerine konularak % azot miktarı hesaplanmıştır (IDF 2014, Jaya ve Kusumahadi, 2009; Metin, 2008).

$$\%N = [0,014 \times N \times (V1-V2) \times 100] / m$$

V1 = Titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi mL

V2 = Şahitte titrasyonda harcanan HCl asit çözeltisinin hacmi mL

N = Ayarlanmış hidroklorik asit çözeltisinin derişimi

m = Alınan örneğin ağırlığı g

3.2.5.2.(11). TCA'da Çözünen Azot Oranının Belirlenmesi

Hazırlanan peynir örneklerinden 25 mL alınarak %24'lik trikloroasetik asit (TCA) çözeltisinden ilave edilmiştir. Elde edilen karışım 2 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Filtre kağıdından (Schleicher & Schuell 589/2) filtre edildikten sonra filtrattan bir miktar alınarak mikro kjeldahl metodu ile TCA'da çözünen azot içeriği saptanmıştır (Alichanidis vd., 1999; IDF, 2014).

%12'lik TCA'da çözünen azot cinsinden olgunlaşma derecesi ise, % 12'lik TCA oranının toplam azota oranlanması ile hesaplanmıştır:

$$\text{Olgunlaşma derecesi} = (\%12 \text{ TCA'da çözünen azot} \times 100) / \% \text{ Toplam Azot}$$

3.2.5.2.(12). Kısa Zincirli Yağ Asitleri Tayini

Örneklerdeki aroma bileşikleri GC-MS tekniği kullanılarak belirlenmiştir. Olgunlaştırma periyodunun 7., 30., 60. ile 90. günlerinde peynirin tat ve aroması üzerinde önemli rol oynayan kısa zincirli yağ asitleri tayini gaz kromatografisi (Perkin Elmer Fision Instrument GC 8000 series GC) & Kütle Spektroskopisi (Perkin Elmer Fisions Instrument MD 800) kullanılarak analiz edilmiştir.

100 g kadar peynir örneği mikserden geçirilerek homojenize edilmiş ve üzerine dietileter (Merck, Darmstadt, Germany) ilave edilerek havanda iyice ezilmiştir. Daha sonra dietileter yağ karışımı Whatman No.113 filtre kağıdından geçirilerek süzölmüştür.

Bu karışım Rotary evaporatöre (Buchi Rotavapor-RE, CH-9230 Flawil, Swiss) 40-45 °C’de bağlanarak eter buharlaştırılmış ve kalan yağdan numune alınarak analiz edilmiştir (Akalin vd., 2007).

Cam balona 0,15-0,20 g yağ alınarak üzerine metanol içeren NaOH çözeltisi ilave edilmiştir. Soğutucuya tekrar bağlanarak kaynayan su banyosunda bekletilmiştir. Cam balona BF₃ (Boron tri florür metanol kompleksi) reaktifi ilave edilmiş ve iki dakika kaynatılmıştır. Arkasından 5 mL eter/heptan (1:1 (v/v)) eklenmiş 1 dakika kadar kaynatılarak soğuk su banyosunda soğutulmuştur. Bu içerik 25 mL’lik balon jöjeye alınmış ve çizgiye kadar doymuş NaCl çözeltisi ile tamamlanmıştır. Balon jöje iyice çalkalanıp dinlendirildikten sonra üstteki heptan fazından 1mL alınarak cam şişelere aktarılmıştır. Örnekler gaz kromatografisinde analiz edilinceye kadar –18 °C’de bekletilmiştir (Nasr vd., 1996, Zhang vd., 2003).

GC-Agilent 6890N (USA) gaz kromatografisi kullanılarak yağ asitlerinin ayrılması sağlanmıştır. Gaz kromatografisinde analiz şartları aşağıdaki gibidir (Rodriguez vd, 2014).

- Dedektör: Alev iyonizasyon dedektörü
- Taşıyıcı gaz: Helyum gazı
- Yanıcı gaz: Hidrojen gazı
- Sıcaklık programı: Örnekler 1000 °C’de enjekte edilerek 2 dakika bekletilmiş ve daha sonra her 1 dakikada sıcaklık 5 °C yükseltilmiştir. Sıcaklık 250 °C’ye ulaşınca 15 dakika bekletilmiştir.
- Gaz kromatografisi kolonu: HP-Innowax capillar (60m x 0, 25µm x 0, 25mm ID)
- Enjekte edilen örnek miktarı: 1µl

3.2.6. Tekstür Analizleri

Gıdaların tekstürünü belirlemede kullanılan en yaygın metod tekstür profil analizidir (TPA). TPA’de yedi tekstürel parametre bulunmaktadır. Bunlar; sertlik (hardness),

elastikiyet (springiness), esneklik (resilience), sakızımsılık (gumminess), iç yapışkanlık (cohesiveness), dış yapışkanlık (adhesiveness) ve çiğnenebilirlik (chewiness) olarak tanımlanmaktadır ve güç-zaman kurvesinden elde edilmektedir (Kahyaoğlu ve Kaya, 2006).

Tekstür profil analizleri, olgunlaşmanın 7, 30, 60 ve 90. günlerinde yapılmıştır. Peynirler, $30 \pm 0,5$ mm en-boy ve $40 \pm 0,5$ mm yüksekliğinde dikdörtgenler prizması şeklinde kesilmiştir. Örnekler oda sıcaklığına bırakılarak merkez sıcaklıklarının $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 'ye ulaşması sağlanmıştır. Tekstür profil analizleri TA.XT2; Tekstür Analyzer (Texture Technologies Corp., Scarsdale, NY/ Stable Microsystems, Godalming, UK) kullanılarak yapılmıştır. Analiz şartları: P/35 alüminyum silindir prob (25 mm çapında); test hızı 5 mm/s; 5 kg loadcell; tutma zamanı, 5 s'dir. Elde edilen veriler Tekstür Expert Exceed Version 2V3 (Stable Micro Systems, 1998) kullanılarak ölçülmüştür. Ölçüm sonucunda sertlik, esneklik, sakızımsılık, iç yapışkanlık, dış yapışkanlık ve çiğnenebilirlik değerleri elde edilmiştir (Kahyaoğlu ve Kaya, 2006).

3.2.7. Duyusal Analiz

Duyusal analiz kontrol ve deneme peynirlerde 7, 15, 30, 45, 60 ve 90. günlerde yapılmıştır. Duyusal analiz değerlendirmelerinde kullanılan duyusal analiz formu şekil 3.2' de verilmiştir.

DUYUSAL ANALİZ DEĞERLENDİRME FORMU

Tarih :

Panelist :

Ürün :

Hedonik 9'lu Değerlendirme Skalası

9	en çok beğendim	8	pek çok eğendim	7	beğendim	6	biraz beğendim	5	çok az beğendim
4	ne beğendim, ne beğenmedim	3	pek beğenmedim	2	beğenmedim	1	hiç beğenmedim		

NUMUNE ADI	TAT	KOKU	RENK	KIVAM	YORUM

Şekil 3.2. Duyusal analiz değerlendirme formu

Değerlendirme 9'lu hedonik skalaya göre yapılmıştır. Duyusal analiz parametreleri tat, koku, renk ve yapı olarak incelenmiştir (Lawless and Heymann 1999, Cardarelli 2008).

3.2.8. İstatistiksel Analizler

Örneklerin analizleri üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin istatistik analizi için Minitab 16.0 paket (Minitab Inc., ABD) programı kullanılmıştır. Analiz sonuçlarının istatistiksel olarak önemli etkide olup/olmadığı varyans analizi yapılarak kontrol edilmiştir. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarından farklı etkide bulunanları belirlemek amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Yıldız vd., 2002; Coşkun, 2014).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Süt Analiz Sonuçları

Deneme peynirlere işlenecek sütün bileşimleri Çizelge 4.1’de verilmiştir. Türk Gıda Kodeksi Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği’ne göre inek sütünün titrasyon asitliğinin %0,135–0,200 arasında, süt yağı oranının en az %3,0, toplam protein oranının en az %2,8 ve yağsız kuru madde oranının ise %8,5 olması gerektiği belirtilmektedir (Anonim 2002). Yapılan analizler sonucunda; bu çalışmada kullanılan sütün tebliğ kriterleri ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Denemelerde kullanılan çiğ sütlerin ortalama kimyasal analiz sonuçları

	Kontrol-Probiyotik
Yağ (g/100 g)	3.54±0.24
TKM (g/100 g)	12.10±0.05
YKM (g/100 g)	8.56±0.06
Protein (g/100 g)	3.11±0.09
Kül (g/100 g)	0.7±0,10
pH	6.71±0.15
SH	6.50
Redüktaz (dk)	178.06
Yoğunluk (g/mL)	1.0289
Alkol Testi (%74’lük)	Uygun

TKM: Toplam Kuru Madde, YKM: Yağsız Kuru Madde, SH: Soxhlet-Henkel Derecesi

3 farklı parti süte ait 9 adet çiğ süt numunesine ait değerlerin ortalamasıdır

4.2. Peynir Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği’ne göre probiyotik gıda, içerisinde raf ömrü sonuna kadar yeterli miktarda (10^6 kob/g) canlı probiyotik mikroorganizma olduğu konusunda hüküm bulunmaktadır (Anonim 2006b).

Yapılan çalışmada probiyotik mikroorganizma sayımında raf ömrü başında ve 90 gün sonunda 10^7 kob/mL sayısını koruduğu gözlenmiştir. Koliform grubu bakteri ile ve küf-maya gelişmesi gözlenmemiştir. Sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Kontrol ve probiyotik peynir örneklerinin ortalama mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

		Koliform	Laktik Asit Bakterisi (MRS)	Laktik Asit Bakterisi (M17)	Maya-Küf	BB-12	LA-5	Toplam TMAB
Kontrol	7.gün	<10	8,62 ±0,07	7,58 ±0,05	<10	<10	<10	8,45 ±0,12
	15.gün	<10	8,61 ±0,02	7,61 ±0,01	<10	<10	<10	8,48 ±0,12
	30.gün	<10	8,72 ±0,04	7,68 ±0,02	<10	<10	<10	8,52 ±0,19
	60.gün	<10	8,54 ±0,09	7,57 ±0,12	<10	<10	<10	8,46 ±0,03
	90.gün	<10	8,51± 0,01	7,54±0,02	<10	<10	<10	8,51±0,01
Probiyotik Peynir	7.gün	<10	8,86 ±0,05	7,83 ±0,16	<10	7,58 ±0,08	7,59 ±0,22	8,72 ±0,06
	15.gün	<10	8,91 ±0,03	7,86 ±0,10	<10	7,51 ±0,06	7,57 ±0,04	8,88 ±0,11
	30.gün	<10	9,00 ±0,22	7,89 ±0,14	<10	7,32 ±0,28	7,43 ±0,11	8,91 ±0,06
	60.gün	<10	8,88 ±0,06	7,85 ±0,08	<10	7,23 ±0,16	7,08 ±0,05	8,89 ±0,04
	90.gün	<10	8,79±0,10	7,81±0,03	<10	7,08±0,03	7,00±0,06	8,81±0,03

MRS: DeMan, Rogosa and Sharpe, BB-12: *Bifidobacterium* LA:5 *Lactobacillus acidophilus*

TMAB: Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri

3 farklı partiye ait 30 adet peynir numunesine ait değerlerin ortalamasıdır.

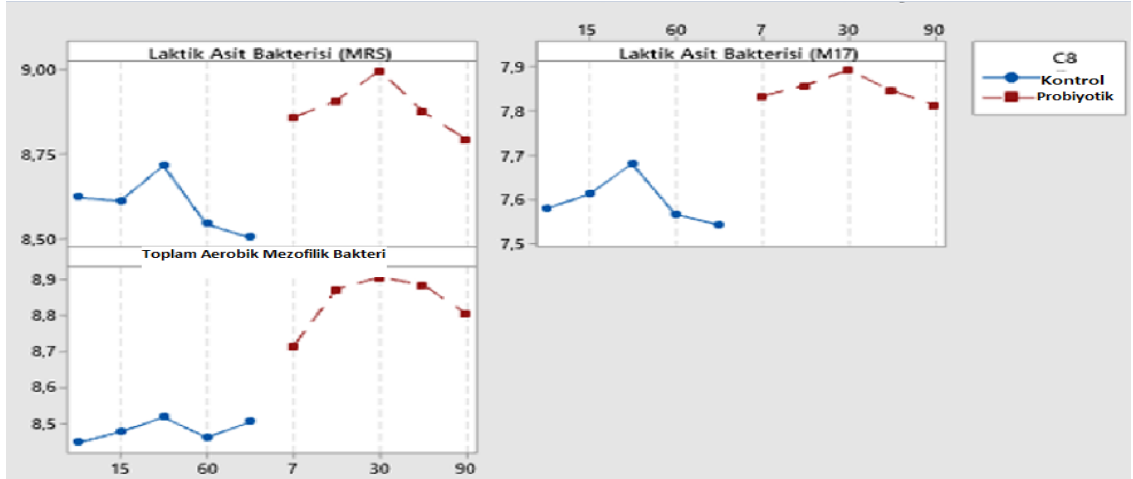
Çizelge 4.2 incelendiğinde kontrol grubu peynir örneğinde laktik asit bakterilerinin 30. günde yaklaşık %1 artış kaydetmesine karşın, 60.günden sonra yine yaklaşık %1 azaldığı görülmektedir. Yine çizelgeden de görüleceği üzere ilk 30 günlük zaman zarfında M17’de çoğalabilen laktik asit bakterisi sayısı artmakta olup daha sonra ise azalma kaydetmektedir. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) ise ilk 30 günlük raf ömründe artış kaydetmiş olup 60. günde düşüş kaydetmiş, 90. günde ise tekrar artmıştır.

Probiyotik peynirde ise laktik asit bakterileri ilk 30 gün içerisinde artış kaydetmiş iken 30. günden sonra ise azaldığı gözlenmiştir. Toplam mezofilik aerobik koloni (TMAB) miktarının ilk 30 gün boyunca artış gösterdiği, 30. günden sonra ise azaldığı gözlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada %2.5 ve 5.0 olmak üzere iki farklı oranda probiyotik bakteri kullanılarak üretilen peynirler ile probiyotik bakteri ilave edilmeden üretilen kontrol grubunun bazı özellikleri karşılaştırılmıştır. Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre %2.5 ve 5.0 oranında *L. acidophilus* LA-5 içeren peynirlerin probiyotik bakteri sayısı depolamanın 1. gününde sırasıyla 4.4×10^8 ve 9.8×10^8 kob/g iken, 90. günün sonunda peynirlerde sayının sırasıyla 2.0×10^6 ve 9.0×10^6 kob/g değerlerine ulaştığı saptanmıştır. %2.5 ve %5.0 oranında *B. bifidum* BB-02 içeren peynirlerin probiyotik bakteri sayısı depolamanın 1. gününde sırasıyla 7.0×10^8 ve 1.2×10^9 kob/g iken, 90. günün sonunda peynirlerde probiyotik bakteri sayısının sırasıyla 4.0×10^6 ve 1.1×10^6 kob/g değerlerine ulaştığı tespit edilmiştir (Yılmaztekin, 2004).

Yapılan bir diğer çalışmada üretiminde probiyotik bakteri kullanılmayan kontrol grubu ve *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *Lactobacillus rhamnosus* LRB 10 kullanılarak üretilen üç farklı Boursin tipi keçi sütü peyniri üretilerek 35 gün boyunca 4°C’de depolanmıştır. *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *L. rhamnosus* LRB 10 probiyotik bakterilerinin sayım sonuçları 7 log kob/g’den yüksek bulunduğu ve gastrointestinal sistemde *B.animalis* subsp. *lactis* BB-12’in *L. rhamnosus* LRB 10’a göre dayanıklı olduğu saptanmıştır (Martins vd., 2018). Depolamanın birinci ve 35. günlerinde *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 kullanılarak üretilmiş olan peynirlerde *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 sayım sonuçları sırasıyla 8,5 ve 6,9 log kob/g olarak tespit edilmiştir. *L. rhamnosus* LRB 10 kullanılarak üretilmiş olan probiyotik peynirlerde ise *L. rhamnosus* LRB 10 sayım sonuçları sırasıyla 8,5 ve 8,1 log kob/g bulunmuştur. Depolama süresi sonunda Boursin tipi keçi sütü peynirinde *B. animalis* subsp. *lactis* BB-12 ve *L. rhamnosus* LRB 10 probiyotik bakterilerinin sayım sonuçları 7 log kob/g’den yüksek bulunduğu ve gastrointestinal sistemde *B.animalis* subsp. *lactis* BB-12’in *L. rhamnosus* LRB 10’a göre dayanıklı olduğu saptanmıştır (Martins vd., 2018). Bu araştırma sonuçlarının analiz sonuçlarıyla benzer olduğu görülmüştür.

Laktik asit (MRS ve M17) ve TMA bakterileri sayısının 90 gün depolama boyunca olan değişimleri Şekil 4.1’de verilmiş olup ilk 30 gün içerisindeki artışları ve 60.günden sonraki azalışları görülmektedir.



Şekil 4.1. Laktik asit bakterileri ve toplam aerobik mezofilik bakteriye(TAMB) ilişkin zaman serileri grafiği

Bir diğer çalışmada ise farklı oranlarda probiyotik suşlar kullanarak ürettikleri beyaz peynirlerin TMAB sayılarının probiyotik suş içermeyen kontrol grubu beyaz peynirlerin TMAB sayılarından yüksek olduğu tespit edilmiştir (Pino vd., 2017). Farklı bir çalışmada *Lactobacillus* suşlarının ilavesiyle üretilen peynirlerdeki TMAB sayılarının, *Lactobacillus* suşları kullanılmadan üretilen kontrol grubundan daha yüksek olduğu belirtilmiştir (Yangılar 2010). Bir başka çalışmada kontrol grubu ve *Lactobacillus sake* kullanarak üretilen beyaz peynirler vakum paketlenerek 180 gün depolanmıştır. *Lactobacillus sake* içeren peynirlerde TMAB sayısının 4.1×10^6 - 3.5×10^9 kob/g arasında, kontrol grubu peynirlerdeki TMAB sayısının ise 8.1×10^4 - 1.4×10^9 kob/g arasında değiştiği saptanmıştır. Bununun sonucunda üretiminde probiyotik bakterilerin kullanılmasının peynirdeki mezofilik bakterilerin canlı kalmasını ve çoğalmasını desteklediği ifade edilmiştir (Corbo vd., 2001). Yapılan bir başka çalışmada bir grup araştırmacı *Lactobacillus fermentum* AB5-18, *Lactobacillus fermentum* AK4-120, *Lactobacillus plantarum* AB16-65 ve *Lactobacillus plantarum* AC18-82 suşları ile beyaz peynir üreterek örneklerdeki probiyotik bakterilerin canlılıklarını araştırmışlardır. Olgunlaşmanın 1., 30., 60., 90. ve 120. günlerinde örneklerin fizikokimyasal ve duyuşal özellikleri belirlenmiştir. Birinci grup peynir örneklerinde bulunan laktobasil sayısı depolamanın 1. gününde 1.0×10^8 kob/g iken, depolamanın 120. gününde 7.4×10^7 kob/g; laktokok sayısı depolamanın 1. gününde 1.0×10^8 kob/g iken, depolama süresi sonunda 1.60×10^8 kob/g olarak belirlenmiştir. Üçüncü grup peynir örneklerinde bulunan

laktobasil sayısının 90 gün boyunca 1.0×10^8 kob/g seviyelerinde olduğu, 90 günden sonra azalış göstererek 120. günde 5.0×10^5 kob/g değerine düştüğü; laktokok sayısının ise depolamanın ilk gününde 1.0×10^8 kob/g ve depolama süresi sonunda 1.81×10^8 kob/g olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre çalışmadaki probiyotik bakterilerin, peynir üretiminde kullanılabildiği değerlendirilmiştir (Kılıç vd., 2009). Araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile bu araştırmaya ait sonuçların benzerlik gösterdiği belirlenmiştir.

4.3. Kimyasal Analiz Sonuçları

Peynirin kimyasal analizlerinin yapılması ve yorumlanması; proses süresince peynir üretimine yön verme, yasal gerekliliklerin karşılanıp karşılanmadığının değerlendirilmesi, standart kalite parametrelerinin oluşturulması gibi nedenlerden dolayı önem arz etmektedir (Tekinşen, 2005). Kimyasal anlizlere deneme üretimlerinden bir hafta sonra, 7.günde başlanmıştır. Bunun nedeni peynire ilave edilen salamuradaki tuzun peynire geçişinin ve kimyasal parametrelerinin stabil hale gelmesinin ortalama bir hafta sürmesidir. Kontrol ve probiyotik peynir örneklerinin ortalama kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.3’de sunulmuştur.

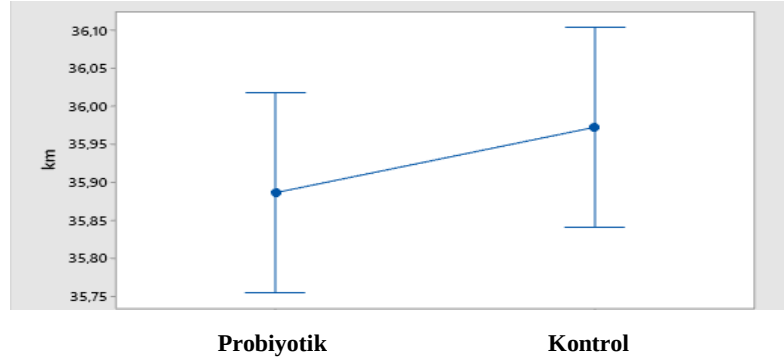
Çizelge 4.3. Kontrol ve probiyotik peynir örneklerinin ortalama kimyasal analiz sonuçları (g/100 g)

		7. gün	15. gün	30. gün	60. gün	90. gün
Kontrol Peynir	Yağ (g/100 g)	16,20±0,01	16,22±0,00	16,55±0,00	16,51±0,00	16,65±0,01
	Kuru Madde (g/100 g)	35,81±0,02	35,85±0,04	35,95±0,02	36,05±0,03	36,20±0,07
	Protein (g/100 g)	15,10±0,02	15,6 ±0,08	16,20±0,48	16,2 ±0,38	16,40±0,05
	Toplam Azot (g/100 g)	2,42±0,004	2,50±0,013	2,59±0,003	2,59±0,006	2,62±0,018
	Suda Çözünen Azot (g/100 g)	0,38±0,006	0,36±0,002	0,33±0,003	0,33±0,010	0,32±0,004
	Tuz (g/100 g)	1,58 ±0,05	1,60 ±0,03	1,65 ±0,01	1,67 ±0,06	1,68±0,04
	pH	4,60 ±0,02	4,59 ±0,02	4,55 ±0,01	4,52 ±0,01	4,50±0,01
	Randıman (g/100 g)	4,50±0,21	4,50±0,21	4,5 ±0,21	4,50 ±0,21	4,50 ±0,21
	Kuru Maddede Yağ (g/100 g)	45,24±0,01	45,24±0,01	46,04±0,01	45,80±0,02	45,99±0,02
	Kuru Maddede Tuz (g/100 g)	4,41±0,05	4,46±0,21	4,59±0,02	4,63±0,15	4,64±0,07
Probiyotik Peynir	Yağ (g/100 g)	16,18±0,03	16,20±0,01	16,50±0,00	16,51±0,00	16,70±0,00
	Kuru Madde (g/100 g)	35,79±0,09	35,82±0,21	35,90±0,08	35,91±0,22	36,01±0,12
	Protein (g/100 g)	15,0±0,07	15,70±0,31	16,1 ±0,03	16,2 ±0,21	16,3±0,01
	Toplam Azot (g/100 g)	2,40±0,017	2,51±0,004	2,58±0,083	2,59±0,054	2,61±0,011
	Suda Çözünen Azot (g/100 g)	0,39±0,039	0,36±0,009	0,34±0,002	0,33±0,040	0,33±0,011
	Tuz (g/100 g)	1,58 ±0,04	1,60 ±0,29	1,65 ±0,01	1,67 ±0,06	1,68±0,02
	pH	4,66 ±0,01	4,62 ±0,01	4,6 ±0,02	4,57 ±0,01	4,55±0,01
	Randıman (g/100 g)	4,50±0,21	4,50±0,21	4,5 ±0,21	4,50±0,21	4,5±0,21
	Kuru Maddede Yağ (g/100 g)	45,21±0,02	45,23±0,02	45,96±0,01	45,98±0,01	46,38±0,01
	Kuru Maddede Tuz (g/100 g)	4,41 ±0,12	4,47 ±0,05	4,60 ±0,07	4,65±0,18	4,67±0,21

Buna göre kontrol peynirde % yağ, kuru madde, protein, toplam azot, tuz, kuru maddede yağ ve kuru maddede tuz oranları zaman içerisinde artış kaydetmiştir. Probiyotik peynir örneklerinde ise % yağ, kuru madde, protein, toplam azot, tuz, kuru maddede yağ ve kuru maddede tuz oranı zaman içerisinde artış göstermiş iken suda çözünen azot ve pH değerleri ise düşmüştür. Hem kontrol hem probiyotik grupta kuru madde artışının kuru madde ile tuz arasındaki pozitif ilişkiden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Şekil 4.2’de çeşide bağlı olarak kuru madde değişim grafiği incelendiğinde kontrol ve

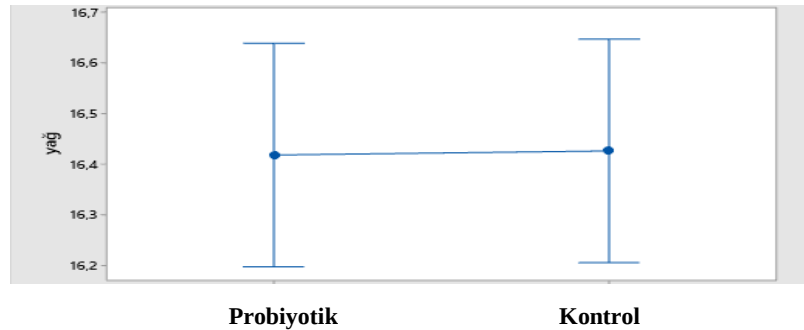
probiyotik grupta kuru madde oranlarının %35,79-36,2 aralığında ve iki grupta benzer olduğu aynı zamanda Peynir Tebliği yasal limitine (min.%35) uygun olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.2. Kontrol - probiyotik peynir kuru madde etki grafiği

Kuru maddede yağ ortalamaları %45 civarında olup yapılan denemelerin Peynir Tebliği tam yağlı peynir grubuna uyduğu belirlenmiştir. Olgunlaşma süresince beyaz peynirlerde ortalama kuru madde içeriğinin Uysal (1996) %39,19-38,91; Atasever vd (2002) %35,41-39,48 ve Topçu ve Saldamlı (2006) %39,80–41,75; Öksüz vd (2004) %30-61 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar tarafından belirlenen değerler bu araştırma sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Kuru maddede tuz oranı ise hem kontrol hem probiyotik grupta Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği limiti olan maksimum %6,5 limitini karşılamaktadır.

Şekil 4.3'te kontrol ve probiyotik peynirlerde yağ oranlarının %16,18-16,70 aralığında çok yakın olduğu tespit edilmiştir.



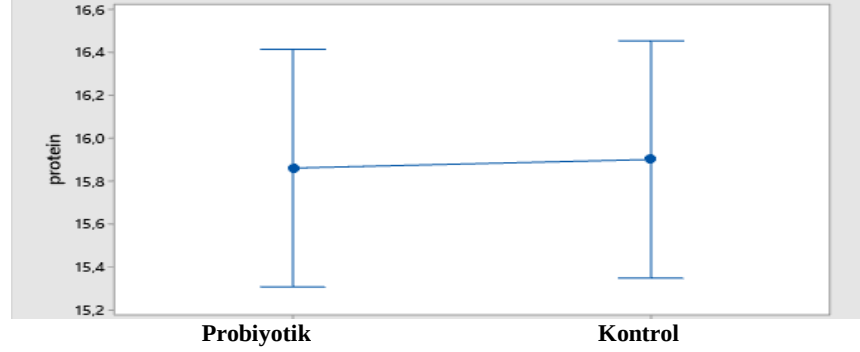
Şekil 4.3. Kontrol – probiyotik peynir yağ etki grafiği

Bu konuda yapılan bir çalışmada farklı probiyotik kültür kullanarak üretilen beyaz peynir örneklerinde depolama süresince yağ miktarlarının arttığı belirlenmiştir (Yangılar 2010). Yapılan bir diğer çalışmada probiyotik salamura beyaz peynir örneklerinin yağ oranlarının %19,42-25,08 arasında değiştiği ve depolama süresince azaldığı saptanmıştır (Gürsoy ve Kınık, 2010). Bir başka çalışmada ise depolama süresince peynir örneklerindeki yağ miktarının azaldığı tespit edilmiş olup, peynir üretiminde kullanılan sütün bileşimi, starter çeşitliliği, üretim yöntemi ve olgunlaşma şartlarının değişken olmasının, konu ile ilgili çalışmalara ait sonuçlar arasında farklılıklara neden olduğu değerlendirilmiştir (Öksüztepe vd., 2009; Erkaya 2014).

Peynir biyokimyasal açıdan dinamik bir ürün olup, olgunlaşma aşamasında önemli değişiklikler geçirmektedir. Proteoliz; peynirin olgunlaşması sırasında meydana gelen önemli bir biyokimyasal olay olup, peynirdeki peptit ve serbest aminoasitlerin oluşumuna neden olarak peynirin lezzetini doğrudan etkilediği belirtilmiştir (Fox vd., 1995, Tuncel vd., 2010). Olgunlaşma sırasında peynirde meydana gelen proteolizin; süt pıhtılaştırıcı enzimler, süt proteinazları (özellikle plazmin), starter mikroorganizmalar ile olgunlaşmayı hızlandırmak için kullanılan proteinazlar ve sekonder mikroorganizmaların salgıladıkları enzimler tarafından katalize edildiği bilinmektedir (McSweeney ve Sousa 2000). Kazeinin hidrolizi sonucunda suda çözünen ve çözünmeyen peptidler oluşmaktadır. İlerleyen zamanda bu peptidlerin, ortamda bulunan starter ya da starter olmayan bakterilerin proteolitik enzimleriyle daha düşük molekül ağırlıklı peptidlere ve aminoasitlere parçalandığı ifade edilmektedir. Suda çözünen azot fraksiyonunun, serum proteinlerini, düşük molekül ağırlıklı peptidleri ve serbest aminoasitleri içerdiği belirtilmektedir (McSweeney 2004). Suda çözünen azotlu maddelerin olgunlaşma sürecinde proteolize bağlı olarak gelişen peynirin tekstürü, tadı, kokusu ve yapısı açısından önemli bileşikler olduğu yapılan çalışmalarda tespit edilmiştir (Tuncel vd., 2010). Bir başka çalışmada %2.5 ve 5.0 olmak üzere iki farklı oranda probiyotik bakteri kullanılarak üretilen peynirler ile probiyotik bakteri ilave edilmeden üretilen kontrol grubunun bazı özellikleri karşılaştırılmıştır. Bu peynirin suda çözünür azot, protein olmayan azot, proteoz pepton azotu ve tirozin değerlerinin kontrol peyniri ve %2.5 oranında probiyotik bakteri içeren peynir örneğine göre daha yüksek değerlerde olduğu bildirilmiştir. Depolama periyodu sonundaki olgunlaşma değerleri;

%5 ve 2.5 oranında probiyotik bakteri içeren peynirlerde %28.3 ve 24.9, kontrol örneğinde ise %23.6 olarak saptanmıştır. (Yılmaztekin, 2004).

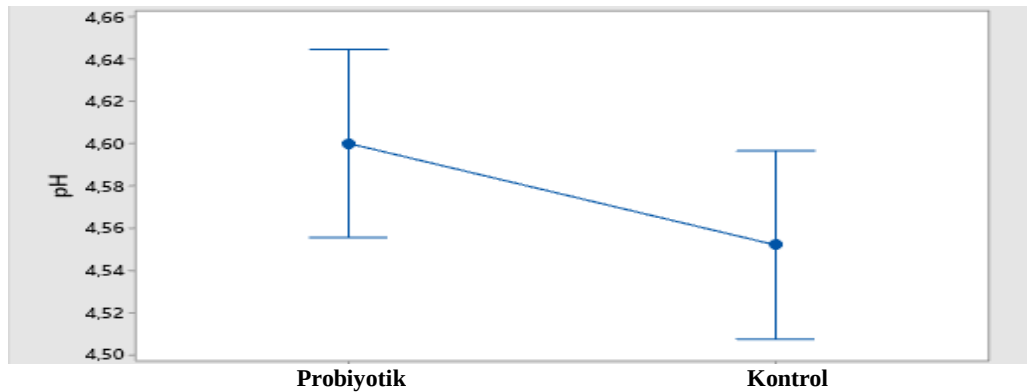
Şekil 4.4’de görüldüğü gibi yapılan çalışmada protein oranlarındaki değişimin %15,0-16,4 arasında olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.4. Kontrol - probiyotik peynir protein etki grafiği

Hayaloğlu (2003) tarafından yapılan bir çalışmada farklı starter kültürler kullanarak üretilen beyaz peynirlerde protein oranının %12.78- %17.27 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Bir diğer çalışmada ise, farklı probiyotik bakteriler kullanılarak üretilen peynirlerin protein oranlarının 60 günlük depolama süresince %13.44-16.14 arasında değiştiği bulunmuştur (Yangılar, 2010). Analiz sonuçlarında elde ettiğimiz sonuçların bu çalışmalara ait sonuçlarla uyumluluk gösterdiği görülmüştür.

Şekil 4.5’de pH’daki değişim 4,5-4,6 arasında olduğu gözlemlenmiştir.

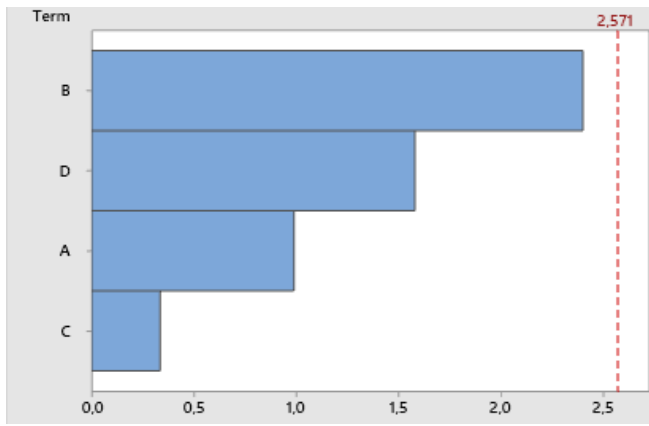


Şekil 4.5. Kontrol – probiyotik peynir pH etki grafiği

Akalın ve Karaman (2011) tarafından yapılan çalışmada 90 gün depolanan salamuralı ve vakumlu beyaz peynirlerde pH değerlerinin 4.44-4.90 arasında, Kılıç vd. (2009)

tarafından yapılan çalışmada ise 120 gün depolanan kontrol ve probiyotik beyaz peynirlerde pH değerlerinin 4.42 - 5.41 arasında olduğu tespit etmişlerdir. Analiz sonuçlarında elde edilen pH değerlerinin, yukarıda belirtilen diğer çalışmalardan elde edilen değerlerle paralel olduğu görülmüştür.

Şekil 4.6'de yağ, kuru madde ve protein değerlerinin kıyaslaması pareto analizi ile yapılmış ve bu parametrelerinin referans çizgisini (2,571) geçmediği bu nedenle de aralarındaki değişimin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir.



A: Yağ, B: Kuru Madde, C: Protein, D: Çeşit

Şekil 4.6. Yağ-Kuru Madde-Protein Pareto Anlam Grafiği

Çizelge 4.4'de kimyasal analizleri sonuçlarına ilişkin varyans analiz sonuçları incelendiğinde çeşide bağlı olarak kuru madde, yağ ve protein parametrelerinde $p > 0,05$ olduğundan raf ömrü boyunca gerçekleşen değişimlerin istatistiksel olarak önemsiz olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.4. Kimyasal analizleri sonuçlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Regresyon	4	8578,32	2144,58	12,64	.008
Yağ	1	165,62	165,62	0,98	.368
Kuru Madde	1	976,24	976,24	5,76	.062
Protein	1	18,91	18,91	0,11	.752
Çeşit	1	423,04	423,04	2,49	.175
Hata	5	848,08	169,62		
Toplam	9	9426,40			

Peynir örneklerinin yağ, protein, kuru madde ve tuz değerleri gibi kimyasal analiz sonuçlarının diğer çalışmaların sonuçları ile farklı olmasında; kullanılan sütün bileşimi, peynirin tipi, üretim parametreleri, olgunlaşma süresi ve sıcaklığı, tuzlama koşulları gibi faktörlerden kaynaklanmış olabileceğini düşünülmektedir. Larrayoz vd., (1999) ve Mstry vd. (2017)'nin peynir üretimi üzerinde yaptıkları çalışmalarda bu durumu desteklemektedir.

Gıdalarda en fazla kullanım oranına sahip diyet liflerinden inülin ve oligofruktozun bağırsakta yararlı etkileri olan bifidobakterilerin gelişimini arttırdığı bilinmektedir. Yapılan bir çalışmada, diyetlerine 15g oligofruktoz, sakkaroz ve inülin ilave edilen insanların 15 gün sonunda gaitalarından alınan örnekler üzerinde yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda oligofruktoz ve inülin ilaveli diyetlerle beslenen insanlarda bifidobakteri sayısının arttığı *Fusobacterium*, *Bacteroides* ve *Clostridium* türlerine ait bakteri sayılarının azaldığı tespit edilmiştir (Guggisberg vd., 2008). Diğer bir çalışmada ise standart diyet verilen grubun bağırsağındaki bifidobakteri oranı % 20 iken oligofruktoz ve inulin ilave edilen diyetle beslenen insanların bağırsağındaki oranın % 71'e ulaştığı ifade edilmiştir (Endress vd, 2000).

Gıda sanayinde en çok kullanım oranına sahip olan diyet liflerin inülin ve oligofruktoz olduğu bilinmektedir. Bu lifler su bağlama, yağ ikame maddesi olarak prebiyotik özellik kazandırma, stabilizer ve toplam lif içeriğini arttırıcı olarak kullanıldığı ifade edilmiştir (Hennely vd., 2006). Bu çalışmada inülin ilavesi denemelerinde çözünürlüğü farklı (Orafti GR, Orafti HPX) iki farklı özellikteki inülinden %2, 4, 6 oranında ilave edilen denemelerde, analiz sonuçlarında %0,6-1,6 arasında inülin tespit edilmesi dolayısıyla peynire prebiyotik özellik kazandırılması endüstriyel anlamda ekonomik bulunmamıştır. Yapılan bazı çalışmalarda ise krem peynirinde peyniraltı suyu ayrışması olmaması nedeniyle inülin uygulamalarının başarılı sonuç verdiği ancak beyaz peynir prosesi nedeniyle uygun olmadığına karar verilmiştir (Alves vd., 2013).

4.4. Tekstür Analiz Sonuçları

Peynirde tekstür değerleri üzerine kullanılan starter çeşidi, miktarı, peynirin asitlik, derecesi, kullanılan peynir mayası, uygulanan olgunlaşma süresi ve sıcaklığı gibi birçok parametre etkili olmaktadır (Mcsweeney ve Sousa 2000). Bu nedenle tekstürün duyusal olarak analiz edilmesinin yanı sıra tekstür profil analiz cihazları ile değerlendirilmesi önem taşımaktadır (Hort ve Grys 2001, Everard vd., 2006).

Sertlik (hardness), peynire birinci baskıda uygulanan maksimum kuvvet olarak tanımlanmaktadır ve N ile (kesme kuvveti) ölçülmektedir (Kim vd., 2004). Sertlik, peynirin nem ve nem içerisindeki tuz oranı ile ilgilidir. Peynirin nem oranı arttıkça sertlik azalmakta, nemindeki tuz oranı arttıkça ise sertlik artmaktadır (Kaya, 2002). Ayrıca peynir tekstürünü, peynirin pH'sı, kurumaddesi, tuzu ve proteoliz oranı etkilemektedir (Lawrence vd., 1987).

90 günlük raf ömrü boyunca tekstür profil analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tekstür profil analizleri sonuçları (TPA)

Gün	Örnek	Sertlik	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık	Çiğnenebilirlik	Elastikiyet	Dış Yapışkanlık
7	Probiyotik	108.14 N	0.64	64.41 N	61.51 N	0.89	-0.089 Nsec
7	Kontrol	108.02 N	0.60	64.21 N	61.61 N	0.90	-0.085 Nsec
30	Probiyotik	96.02 N	0.61	57.24 N	45.62 N	0.80	-0.076 Nsec
30	Kontrol	96.52 N	0.63	57.34 N	45.32 N	0.80	-0.075 Nsec
60	Probiyotik	86.26 N	0.68	59.03 N	45.88 N	0.77	-0.013 Nsec
60	Kontrol	86.51 N	0.69	59.13 N	45.58 N	0.77	-0.013 Nsec
90	Probiyotik	54.12 N	0.75	40.39 N	32.39 N	0.75	-0.012 Nsec
90	Kontrol	54.02 N	0.72	40.44 N	32.19 N	0.75	-0.010 Nsec

N: kuvvet

Nsec: birim zamanda uygulanan kuvvet

Elde edilen sonuçlara göre kontrol ve deneme örneklerinde raf ömrü ilerledikçe TPA analizlerinden sertlikte, çiğnenebilirlikte, elastikiyette ve sakızimsılık parametrelerinde doğrusal bir düşüş gözlenmiştir. Kontrol ve probiyotik peynir örneklerinde 108 N ile başlayan sertlik değerinin 90. Gün sonunda 0.70-0.72 N değerine düştüğü gözlemlenmiştir. Sakızimsılık, yarı katı bir gıdanın yutmaya hazır hale getirilmesi için

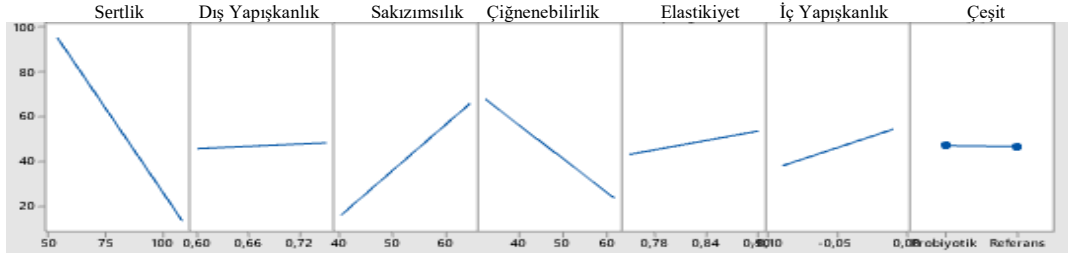
gerekli olan parçalama kuvveti veya sayısıdır (Altuğ, 1993). Analitik olarak ise sertlik ile iç yapışkanlığın çarpımı olarak tanımlanmaktadır. Elde edilen sonuçlarda 64 N ile başlayan sakızımsılık parametresinin 40 N'a düştüğü tespit edilmiştir. Çiğnenebilirlik, bir gıdanın yutulmaya hazır hale getirilmesi için gerekli çiğneme kuvveti olarak tanımlanmaktadır (Raphaelides vd., 1995).

TPA sonuçlarına göre 61 N ile başlayan çiğnenebilirlik parametresinin 32 N'a düştüğü tespit edilmiştir. Elastikiyet (springiness), ilk sıkıştırma sonrası ürünün eski halini alma oranı olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan bir çalışmada Mozzarella peynirinde farklı pıhtılaştırıcı enzim kullanımının, peynirin elastikiyet değerini etkilemediğini belirtilmiştir (Gunasekaran ve Ak, 2003).

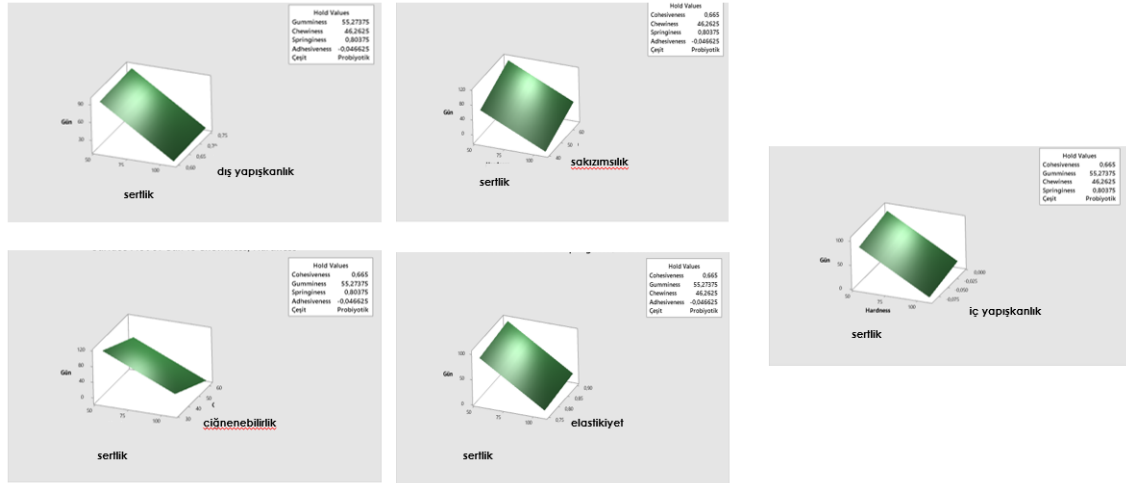
Analiz sonuçlarına göre elastikiyette 0.89 ile başlayan değer hem kontrol grubunda hem de probiyotik grupta 0.75'e kadar düşmüştür. Sertlik, sakızımsılık, çiğnenebilirlik ve elastikiyet parametrelerdeki düşüşlerin kazeinlerin hidrolizine, raf ömrü içerisindeki asitlik ilerleyişine ve salamuranın peynir merkezine doğru ilerlemesine bağlı olarak kuru maddedeki düşüşe bağlı olarak gerçekleştiği düşünülmektedir. İç yapışkanlık gıda örneğinin ağızda kırılmadan deforme edilme derecesi olarak ifade edilmektedir (Altuğ, 1993). Artış gösteren iki parametreden iç yapışkanlık değeri raf ömrü başında 0.64-0.60 arasında başlayıp raf ömrü sonunda probiyotik ve kontrol grubunda sırayla 0.75-0.72 değerlerine ulaşmıştır. Diğer artış gösteren parametre olan dış yapışkanlık olarak tespit edilmiştir. Dış yapışkanlık, gıdanın çiğnenmesi esnasında ağızda hissedilen yapışkanlık olarak tanımlanmaktadır. Analiz bulgularına göre dış yapışkanlık -0,089/-0,085 Nsec. değerleri ile başlamış 90.gün sonunda probiyotik ve kontrol grubunda sırayla -0,012/-0,010 Nsec. değerlerine artış göstermiştir. Sonuçlar Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Olgunlaşma süresince TPA ana etki grafiğinde (Şekil 4.7) görüleceği üzere kontrol ve deneme numuneleri arasındaki TPA analizlerinde çeşide bağlı istatistiksel anlamda önemli bir fark gözlenmediği son sütundan anlaşılmaktadır.



Şekil 4.7. Olgunlaşma süresince TPA ana etki grafiği

Şekil 4.8’de ise olgunlaşma süresince yüzey tekstür özellikleri görülmektedir. Grafikler sırasıyla incelendiğinde; sertlik-dış yapışkanlık arasındaki doğrusal azalma, sertlik-sakızimsılık arasındaki ters orantı, yine sertlik-çiğnenebilirlik arasındaki doğrusal azalma, sertlik elastikiyet arasındaki ters orantı ve son olarak da sertlik-iç yapışkanlık arasındaki ters ilişkinin ana etki grafiği ile paralellik gösterdiği gözlenmektedir.



Şekil 4.8. Olgunlaşma süresince yüzey tekstür özellikleri

Peynir tekstürü, peynir kalitesinin belirlenmesinde ve tüketici tercihinde önemli bir yere sahiptir. Tekstür parametrelerinden biri olan sertlik, uygulanan herhangi bir etkiye karşı koyma gücü olarak (Szczeniak 2002) veya belli bir deformasyona ulaşmak için gereken kuvvet olarak tanımlanmaktadır (Ak ve Lokumcu-Altay 2011). *Enterococcus faecium* kullanılarak üretilen beyaz peynirlerde olgunlaşma süresince sertlik değerlerinde artan ve azalan değişimler olduğu; ancak 90 günlük depolama süresi sonunda peynirlerin sertlik değerlerinin depolamanın 1. gününde belirlenen sertlik değerlerinden düşük olduğu tespit edilmiştir (Bulat, 2011). Depolama süresi sonunda (120 gün) peynir örneklerinde, depolamanın ilk gününe göre yumuşak bir doku tespit etmiştir (Şahingil

vd., 2014). Beyaz peynirlerin sertlik değerlerinde meydana gelen azalmaların kazeinlerin hidrolizinden ve kazeinin yapısı içinde kalan koloidal kalsiyum fosfatın bir kısmının çözünürlüğünden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar peynirlerin suda çözünen azot ve TCA'da çözünen azot değerlerindeki artışlar ile sertlik değerlerinde meydana gelen azalmaların uyumlu olduğunu belirlemişlerdir. Valdeón peynirinin depolama süresi sonunda (1 ay) sertlik değerlerinde proteolize bağlı olarak önemli düzeyde azalma olduğu tespit edilmiştir (Diezhandino vd., 2016). Karaman ve Akalın (2013), 90 gün depoladıkları beyaz peynir örneklerinde, Romeih vd. (2002) aynı sürede depoladıkları az yağlı beyaz peynir örneklerinde, Karami vd. (2009) 60 gün depoladıkları Feta peynirlerinde sertlik değerlerinin azaldığını tespit etmişlerdir.

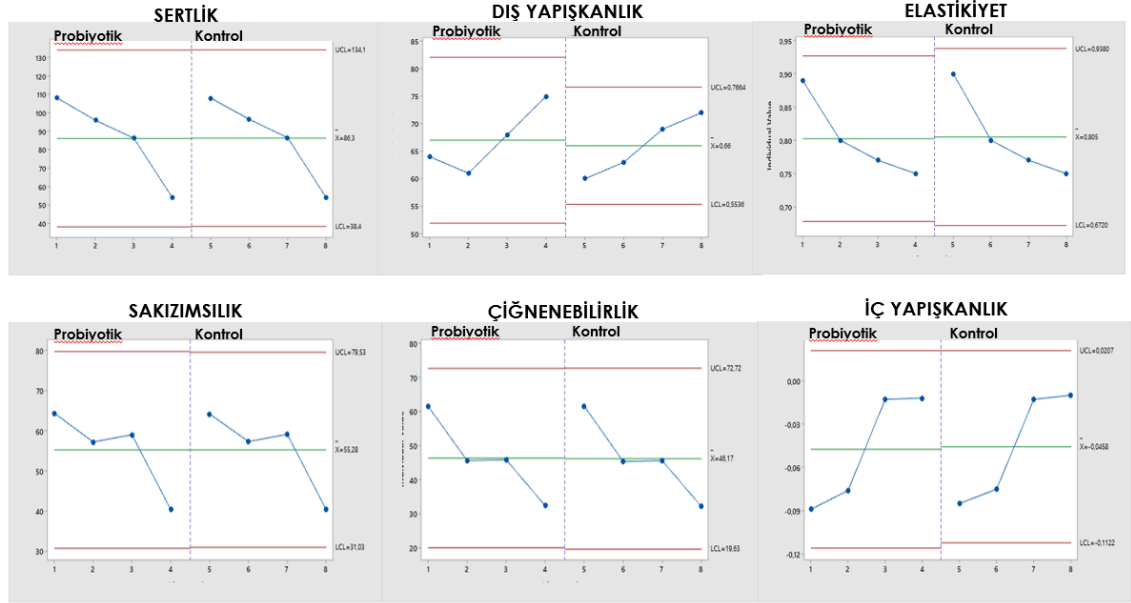
Tekstür profil analizlerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Tekstür profil analizleri sonuçlarına ilişkin varyans analizi sonuçları

	DF	Adj SS	Adj MS	F	P
Regresyon	4	7813,41	1953,35	65462,82	.000
Sertlik	1	258,03	258,03	8647,42	.000
İç Yapışkanlık	1	0,21	0,21	7,08	.076
Elastikiyet	1	50,81	50,81	1702,79	.000
Dış Yapışkanlık	1	99,13	99,13	3322,05	.000
Hata	3	0,09	0,03		
Toplam	7	7813,50			

İstatistiksel olarak p değeri incelendiğinde iç yapışkanlık dışındaki değerlerin raf ömrü boyunca değişiminin önemli olduğu ($p < 0,05$), iç yapışkanlık değerindeki değişimin ise ($p > 0,05$) önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Bu konuda yapılan bir çalışmada tekstürel özelliklerdeki farklılıkların peynirde standart bir üretim teknolojisi olmadığı şeklinde yorumlanmıştır (Şengül vd., 2011).

Kontrol ve probiyotik peynir tekstür özellikleri grafikleri TPA bazında Şekil 4.9'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Kontrol – probiyotik peynir tekstür özellikleri

Yukarıdaki grafik incelendiğinde kontrol ve probiyotik numunlerdeki TPA parametrelerinin benzer durumda hareket ettiği çeşide bağlı değişkenlik göstermediği gözlenmiştir. Bu durum ise istatistiksel analizlerle paralellik arz etmektedir.

4.5. Kısa Zincirli Yağ Asitleri Analiz Sonuçları

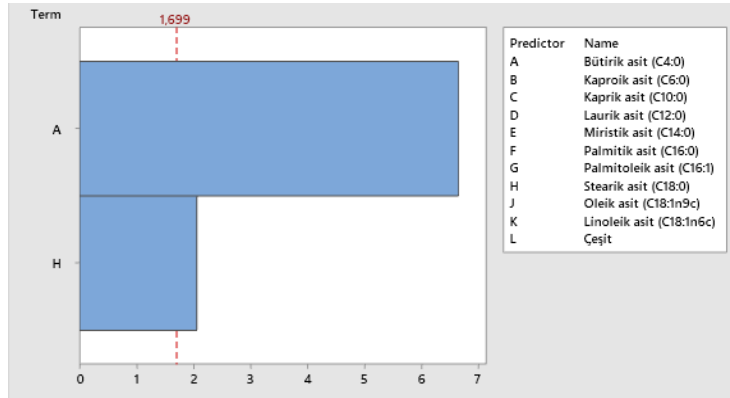
Kısa zincirli yağ asitleri kansere karşı koruyuculuğunun anlaşılması ve vücut yağını azaltıcı etkisinin ortaya konulması ile sağlık üzerindeki öneminin arttığı bilinmektedir. Kısa zincirli yağ asitlerinin tümör hücrelerine karşı (kolon, meme ve prostat) antioksidan özelliği, karaciğer triaçilgliserol birikimini düşürücü, beslenme etkileri ve anti-obezite gibi sağlığa faydalı birçok etkisi bildirilmiştir. Ayrıca kısa zincirli yağ asitlerinin, aterosklerozi teşvik eden kolesterolü azalttığı ve kalp krizi riskinde etkili olan trigliserit düzeyini düşürdüğü bildirilmiştir (Gregory, S. ve Kelly, N.D. 2001, İnanç, 2006). Bu kadar önemli olan kısa zincirli yağ asitlerinin deneme peynirlerindeki oranları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Kısa zincirli yağ asitleri analiz sonuçları

Gün	7		30		60		90	
Yağ Asidi Cinsi	Probiyotik Sonuç(%)	Kontrol Sonuç(%)	Probiyotik Sonuç(%)	Kontrol Sonuç(%)	Probiyotik Sonuç(%)	Kontrol Sonuç(%)	Probiyotik Sonuç(%)	Kontrol Sonuç(%)
Bütirik asit (C4:0)	3,49	3,46	3,57	3,52	3,64	3,64	3,89	3,83
Kaproik asit (C6:0)	1,62	1,57	1,60	1,57	1,61	1,58	1,62	1,58
Kaprilik asit (C8:0)	0,99	0,99	0,98	0,98	0,99	0,99	0,99	0,98
Kaprik asit (C10:0)	2,12	2,12	2,14	2,12	2,15	2,17	2,19	2,17
Undekanoik asit (C11:0)	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02
Laurik asit (C12:0)	2,56	2,56	2,57	2,58	2,57	2,65	2,69	2,66
Tridekanoik asit (C13:0)	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07
Miristik asit (C14:0)	9,70	9,81	9,84	9,84	9,85	10,06	10,16	10,07
Miristoleik asit (C14:1)	0,82	0,83	0,84	0,85	0,84	0,87	0,87	0,86
Pentadekanoik asit (C15:0)	0,90	0,91	0,94	0,93	0,98	0,93	0,98	0,99
Palmitik asit (C16:0)	27,98	28,23	29,48	29,4	29,39	29,32	29,62	29,44
Palmitoleik asit (C16:1)	1,17	1,18	1,31	1,27	1,30	1,30	1,31	1,30
Heptadekanoik asit (C17:0)	0,60	0,60	0,6	0,61	0,64	0,6	0,65	0,66
Stearik asit (C18:0)	10,42	10,5	9,79	9,74	9,69	9,72	9,61	9,75
Oleik asit (C18:1n9c)	20,68	20,77	20,66	20,47	20,49	20,42	20,18	20,38
Linoleik asit (C18:1n6c)	1,92	1,91	1,75	1,78	1,72	1,77	1,72	1,76
Araşidik asit (C20:0)	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16	0,17
γ- Linolenik asit (C18:3n6)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02
cis-11-Eikosenoik asit (C20:1)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05
α-Linolenik asit (C18:3n3)	0,17	0,17	0,22	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23
Heneikosanoik asit (C21:0)	0,88	0,89	0,74	0,76	0,74	0,75	0,75	0,74
cis-11,14-Eikosadienoik asit (C20:2)	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Behenik asit (C22:0)	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
cis-8,11,14-Eikosatrienoik asit (C20:3n6)	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Araşidonik asit (C20:4n6)	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
Trikosanoik asit (C23:0)	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03
Lignoserik asit (C24:0)	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

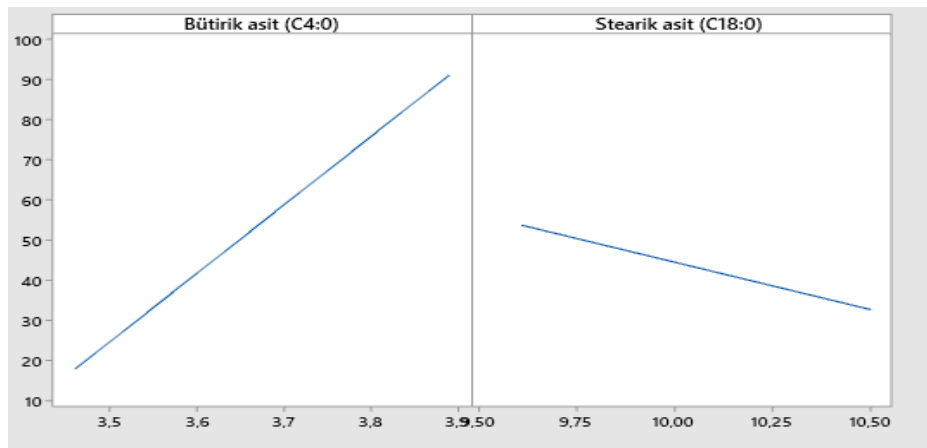
Yağ asidi sonuçlarına göre hem kontrol grubundaki peynirlerde hem de probiyotik kültür denemelerinde en yüksek oranların sırasıyla palmitik (C16:0), oleik (C18:1n9c) ve stearik (C18:0) aside ait olduğu görülmüştür.

Depolama süresince en önemli miktarsal değişimin ise bütirik (C4:0) ve stearik (C18:0) aside ait olduğu Şekil 4.10'da yağ asitleri pareto grafiğinde gözlenmektedir. Bu grafiğe göre 1,699 olarak belirlenen referans çizgisini en fazla geçen asidin bütirik asidi olduğu, onu takip eden ikinci asidin ise stearik asit olduğu, böylece bu iki asitteki değişimin istatistiksel olarak önemli olduğu gözlenmiştir.



Şekil 4.10. Kısa zincirli yağ asitleri pareto grafiği

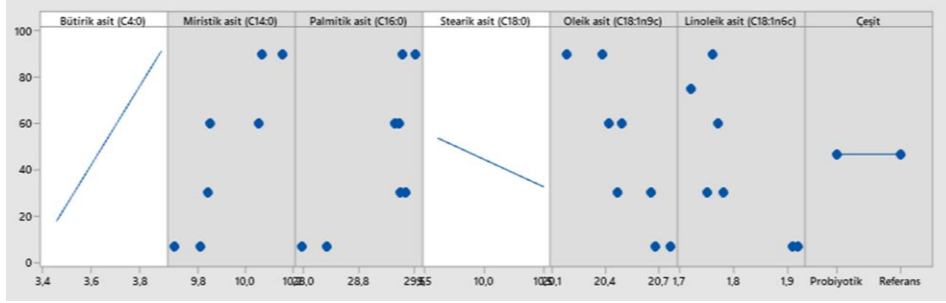
Bütirik asitte artış ve stearik asitteki azalma eğrileri ise Şekil 4.11'de bütirik-stearik asit ana etki grafiğinde görülmektedir. Bu grafiğe göre 90 gün boyunca bütirik asitteki doğrusal ve istatistiksel olarak önemli artış ve stearik asitteki yine doğrusal ve istatistiksel olarak önemli azalış gözlemlenmektedir.



Şekil 4.11. Bütirik-stearik asit ana etki grafiği (zamana bağlı)

Kontrol ve probiyotik peynir gruplarındaki yağ asitleri miktarları arasında istatistiksel olarak önemli bir değişim olmadığı Şekil 4.12'de kısa zincirli yağ asitleri ana etki

grafiğinde çeşit kolonunda gözlemlenmektedir. Yine bu grafikte miktarsal olarak önemli olan (%1-10) 6 çeşit yağ asidinden (bütirik, miristik, palmitik, stearik, oleik ve linoleik asit) bütirik ve stearik asitteki değişim istatistiksel olarak önemli, diğer 4 yağ asidindeki değişim ise istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.



4.12 Kısa zincirli yağ asitleri ana etki grafiği

Palmitik asidin olgunlaşma süresince %27-29 arasında olduğu ve serbest yağ asitleri içinde en yüksek içeriğe sahip olduğu belirlenmiştir. Feta peynirinde yapılan bir çalışmada kısa zincirli yağ asitleri içinde en yüksek miktara sahip olan asidin palmitik olduğu, en düşük değerlere sahip asitlerin ise kaproik, kaprilik, kaprik ve bütirik asitler olduğu ifade edilmiştir (Kondyli vd., 2002). Feta peynirinde yapılan bir diğer çalışmada en yüksek miktara sahip asitlerin stearik ve palmitik asit olduğu tespit edilmiştir (Vafopoulou vd., 1989). Süt yağında yapılan bir araştırmada, Pikantaz A enziminin palmitik asiti yüksek miktarda serbest bıraktığı ancak düşük yağ asitlerine karşı sınırlı spesifite (özgüllük) gösterdiği ifade edilmiştir (Kornacki vd., 2007).

Yapılan bir diğer çalışmada ise Piccantase A enzimi ilave edilen peynir üretiminde miktarsal olarak en fazla serbest yağ asidine palmitik asitin sahip olduğu bunu sırasıyla oleik ve miristik asidin takip ettiği belirtilmiştir (Yılmaz vd., 2005). Palatase M (*Mucor miehei* kaynaklı) ve Lipase 50 (*Aspergillus niger* kaynaklı) lipazlarının kullandığı Cheddar peyniri çalışmasında da yine palmitik asidin en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Kheadr vd., 2002). Palmitik, oleik, miristik, bütirik, kaproik ve kaprilik analiz sonuçları yukarıda örnek verilen literatürlerdeki çalışmalar ile paralellik göstermektedir.

Yapılan çalışmada serbest yağ asitleri içerisinde palmitik asitten sonra saptanan ikinci en yüksek miktara sahip asitin %20,18-20,77 aralığındaki oranla oleik asit olduğu tespit edilmiştir. Tulum peynirinde yapılan bir araştırmada Piccantase A ilave edilen denemede en yüksek serbest yağ asiti palmitik asit olmasına olmasına karşın, palmitik asiti 2.sırada oleik asidin takip ettiği belirtilmiştir (Yılmaz vd., 2005). Oleik asitin yağ asitleri içindeki yeri bu literatür çalışması ile paralellik arz etmektedir. Bir başka çalışmada Feta peynirlerinde major serbest yağ asitlerinin stearik ve palmitik asit olduğu tespit edilmiştir (Alichanidis vd., 1999). Yine analiz sonuçlarındaki stearik asit sıralaması bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Peynirde lipoliz sonucu, süt yağındaki trigliseritlerin parçalanarak serbest yağ asitleri oluşturduğu bilinmektedir. Serbest yağ asitlerinin, peynir aromasına doğrudan etkili olduğu ve farklı reaksiyonlarda ester, aldehit, alkol, keton ve laktonlar gibi diğer bileşenlerin üretilmesi için kaynak oluşturduğu belirtilmektedir. Peynirde yağ asitlerinin oluşumunun yani yağın hidrolizi sonucu peynir çeşidine, üretim ve olgunlaşma koşullarına bağlı olarak değiştiği ifade edilmiştir (Kondyli vd., 2002). Lipoliz sonucu ortaya çıkan yağ asitlerinden, öncelikle kısa (C4:0-C10:0) ve orta zincirli yağ asitlerinin (C10:0-C14:0) peynirin tat ve kokusuna etki ettiği ve peynirde aroma bileşiklerinin oluşumunda önemli rol aldığı tespit edilmiştir (Mollimard ve Spinnler 1996; McSweeney ve Sousa, 2000). Yapılan çalışmalarda kaproik asitin (C6:0) keskin koku, bütirik asitin (C4:0) peynirimsi koku ve ransit tat, kaprilik asitin (C8:0) ise meyvemsi-sabunumsu tat ve kokuya sahip olduğu bildirilmiştir (Collins vd., 2003). Kısa zincirli yağ asitlerinin fazla miktarda oluşmasının peynirde hidrolitik ransiditeye sebep olduğu, uzun zincirli yağ asitlerinin (C16:0-C20:0) ise tat ve aroma üzerinde ise çok büyük bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir (Efthymiou, 1967; Mollimard ve Spinnler 1996, Poveda 2000).

4.6. Duyusal Analiz Sonuçları

Gıdaların üretiminde ve fonksiyonel özellik kazandırmada kullanılan önemli yöntemlerden biri olan fermentasyon, mikroorganizma aktivitesi sonucu gerçekleşmekte ve bu sayede ürünün kendine özgü duyusal özellikleri ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle

probiyotik ve kontrol grubu peynirde de duyuusal analiz ön plana çıkmaktadır (Quijada vd., 2018).

Duyuusal analizlere etki eden unsurlar incelendiğinde tuzun beyaz peynirlerin duyuusal değerlendirilmesinde en önemli unsurlardan biri olduğu ve karakteristik özelliklerinin oluşmasını sağladığı ifade edilmektedir. Tuzun konsantrasyonu ve peynirde dağılımı kaliteyi ve kabul edilebilirliği etkilemektedir. Tuzun, ayrıca enzim ve mikroorganizmaların aktivitesini kontrol ettiği, su içeriğini azalttığı, peynir proteinlerinde fizyolojik değişikliklere sebep olduğu ve böylece tat gelişimini etkilediği ifade edilmektedir (Pappas vd, 1996; Candiotti vd, 2001). Peynirde tat ve aromaya etki eden diğer unsurların ise proteoliz, süt yağında oluşan lipoliz ve serbest yağ asitlerinde meydana gelen bozulmalar ile pH arasındaki ilişki olduğu ifade edilmiştir (Kirst 2002).

Duyuusal analizler Hedonik 9'lu skalaya göre (Lawless ve Heymann 1999, Cardarelli 2008) yapılmıştır. Varyans analizinde $p>0,05$ olduğu için deneme ve kontrol numuneleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Hedonik 9'lu skalaya göre kontrol ve probiyotik numunelerde tat ortalama değerinin 8,0-9,0 puan aralığında, koku ve renkte 8,5-9,0 puan aralığında, yapıda ise 8,0-8,6 değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Duyusal analizler ortalama sonuçları – hedonik skala

Gün	Çeşit	Tat	Koku	Renk	Yapı
7	Probiyotik	9,0	9,0	9,0	8,0
7	Kontrol	8,4	9,0	9,0	8,0
15	Probiyotik	8,4	9,0	9,0	8,6
15	Kontrol	8,4	9,0	9,0	8,4
30	Probiyotik	8,4	9,0	9,0	8,3
30	Kontrol	8,4	9,0	9,0	8,3
45	Probiyotik	8,0	9,0	9,0	8,0
45	Kontrol	8,6	9,0	9,0	8,3
60	Probiyotik	8,4	9,0	9,0	8,4
60	Kontrol	8,5	9,0	9,0	8,3
90	Probiyotik	8,0	9,0	9,0	8,0
90	Kontrol	8,0	8,5	9,0	8,0

Duyuusal analizler için hedonik skala dışında ‘differecence from control’ ve yapay dil kullanılarak da analize alınmıştır. Bu iki analiz sonucu hedonik skala yöntmiyle

paralellik gösterecek şekilde sonuçlanmış, probiyotik ve kontrol numuneleri arasında istatistiksel anlamda fark bulunamadığı raporlanmıştır.

Beyaz peynir üretilerek yapılan bir çalışmada kültüre ilave olarak *Bifidobacterium longum* kullanılmış, 4°C’de 90 gün depolama süresince örneklerin fizikokimyasal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre peynir örneklerinde 90 günlük depolama sonunda *B. longum* sayısının 1.0×10^7 kob/g’dan yüksek olduğu saptanmıştır. Beyaz peynirde *B. longum*’un canlılık özelliğini sürdürmesinde en uygun gıdalardan biri olduğu ve bu bakterinin duyusal üzerine olumsuz etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir (Gürsoy vd., 2014).

5. SONUÇ

Yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar, maddeler halinde özetlenmiştir;

- A.** Deneme grubunda probiyotik mikroorganizma sayımlarının raf ömrü başında ve 90 gün yani raf ömrü sonunda 10^6 kob/mL sayısını koruduğu görülmüştür.
- B.** Kontrol ve probiyotik grupta koliform ve küf-maya yönünden depolama süresince herhangi bir üreme gözlenmemiştir.
- C.** Kontrol ve probiyotik örneklerdeki laktik asit ve toplam mezofilik aerobik canlı bakterilerinin sayısı ilk 30 gün içerisinde artış kaydetmiş iken 30. günden sonra düşmüştür.
- D.** Kimyasal analiz sonuçlarına göre iki grupta da % yağ, protein, toplam azot, tuz, kuru maddede yağ ve kuru maddede tuz oranları zaman içerisinde artış kaydetmiştir. Kuru madde oranı ise ilk 60 gün boyunca sabit kalmış olup 90. günde ise artmıştır.
- E.** Kontrol ve deneme peynir örneklerinde depolama süresince tekstür analizlerinden sertlikte, çiğnenebilirlikte, elastikiyette ve sakızimsılık parametrelerinde düşüş gözlenmiştir. Dış yapışkanlık özelliğinde ise depolama süresi ilerledikçe artış olduğu gözlenmiştir.
- F.** Duyusal analizlerin varyans analiz sonuçlarında $p>0,05$ olduğu için deneme ve kontrol numuneleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Probiyotik bakterilerin peynir duyusalına etki etmediği gözlenmiştir.
- G.** Kısa zincirli yağ asidi sonuçlarına bakıldığında hem kontrol hem de deneme peynirlerde en yüksek oranların sırasıyla palmitik (C16:0), oleik (C18:1n9c) ve stearik (C18:0) aside ait olduğu görülmüştür.
- H.** Kısa zincirli yağ asidi sonuçlarına göre en önemli değişimin hem kontrol hem deneme grubunda bütirik (C4:0) ve stearik aside (C18:0) ait olduğu tespit edilmiştir.

Gerek dünya, gerekse ülkemiz mutfağının vazgeçilmez besin maddesi haline gelen peynirin pazar taleplerinin her geçen gün arttığı bilinmektedir. Sağlıklı bir diyetin vazgeçilmez unsurları arasında yer alan peynirin önemi ise sahip olduğu biyolojik değeri yüksek protein, kalsiyum ve fosfor içeriğinden kaynaklanmaktadır.

Dünyada en fazla tercih edilen süt ürünlerinden biri olması ve yüksek beslenme değeri gibi nedenlerden dolayı peynir üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kısmı peynirin fonksiyonelliğinin arttırılmasına yönelik olmaktadır. Fonksiyonel gıdalar, temel beslenmenin yanı sıra insan sağlığına yararları açısından da tercih edilen gıdalar olarak kabul edilmektedir. Probiyotik mikroorganizmalar ise gıdalara fonksiyonel özellik kazandırmak için sıklıkla tercih edilmektedir . Probiyotik mikroorganizmaların peynirde kullanılması için ilave üretim ekipmanına ihtiyaç duyulmadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte depolama süresince ve peynirde duyuşal değışikliğı neden olmaması ve canlılığını koruyabilmesi nedeniyle de üretim ve tüketim kolaylığı sağladığı gözlemlenmiştir.

Bundan sonraki çalışmalarda ise farklı peynir gruplarında çeşitli probiyotik kültürler kullanılarak denemelerinin yapılması ve değışken depolama sürelerinde canlılıklarının ve duyuşal etkilerinin takip edilmesi gerektiğı önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abd El-Gawad, M. A., & Ahmed, N. S. 2011.** Cheese yield as affected by some parameters review. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 10(2).
- Ak, M. M., Lokumcu-Altay, F. 2011.** Peynirde Reoloji ve Tekstür. In A. A. Hayaloğlu & B. Özer (Eds.), *Peynir biliminin temelleri*. Ankara: Sidas Medya Ltd.
- Akalın, A., Gönç, S., Ünal, G. and Fenderya, S., 2007.** Effects of fructooligosaccharide and whey protein concentrate on the viability of starter culture in reduced-fat probiotic yogurt during storage. *Journal of Food Science*, 72(7), 222-227.
- Akalın, A.S. and Karaman A.D. 2011.** Influence of packaging systems on the biochemical characteristics and volatile compounds of industrially produced turkish White cheese. *Journal of Food Biochemistry*, 35 (2): 663-680.
- Akkoç N, Şanlıbaba P ve Akçelik M. 2016.** Bakteriyosinler: Alternatif Gıda Koruyucuları. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 25(1-2
- Akkol S, Doğan MC, Esenkar D, Doğan H, Karamahmutoğlu T, and Onat F. 2017.** Effects of Probiotic Consumption on Absence Seizures. *Epilepsi*.23(2): 51-56
- Alamprese, C., Foschino, R., Rossi, M., Pompei, C., & Savani, L. 2002.** Survival of *Lactobacillus johnsonii* La1 and influence of its addition in retail-manufactured ice cream produced with different sugar and fat concentrations. *International Dairy Journal*, 12, 201–208.
- Albayatı, A.A.K., 2019.** Farklı Oranlarda Hint İnciri (*Opuntia ficusindica*) İlavesinin Probiyotik Meyveli Yoğurtların Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Alichanidis, E., Anifantakis, E. M., Polychroniadou, A., and Nanou, M., 1999.** Suitability of Some Microbial Coagulants for Feta Cheese Manufacture. *Journal of Dairy Research*, 51: 141-147.
- Aljewicz, M., & Cichosz, G. 2017.** Influence of probiotic (*Lactobacillus acidophilus* NCFM, *L. paracasei* LPC37, and *L. rhamnosus* HN001) strains on starter cultures and secondary micromikrobiyota in Swiss- and Dutch-type cheeses. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(6), 1–10.
- Altuğ, T. 1993.** Duyusal Test Teknikleri, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Ders Kitapları, Yayın No:28 Basım 55s, İzmir.

- Alves, L. L., Richards, N. S. P. S., Mattanna, P., Andrade, D. F., Rezer, A. P. S., Milani, L. I. G., et al. 2013.** Cream cheese as a symbiotic food carrier using *Bifidobacterium animalis* Bb-12 and *Lactobacillus acidophilus* La-5 and inulin. *International Journal of Dairy Technology*, 66, 63–69
- Anonim 2002.** TS 1018 İnek Sütü-Çiğ Standardı. Türk Standartları Enstitüsü, 14 s, Ankara.
- Anonim 2006b.** Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (Tebliğ no: 2006/34). T.C. Resmi Gazete 07.07.2006 tarih ve 26221 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim 2015.** Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği. T.C. Resmi Gazete 08.02.2015 tarih ve 29261 sayı. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü, Ankara.
- AOAC, 1996.** Official Methods of Analysis. Washington DC.
- Araújo, E.A., Santos Pires, AC., Pinto, MS., Jan G., Carvalho, A.H. 2012.** Probiotics in dairy fermented products, Chapter 6, Pages 130-149.
- Aryana, K.J., Plauche, S., Rao, R.M., McGrew, P., Shah N.P. 2007.** Fat-free plain yogurt manufactured with inulins of various chain lengths and *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of Food Science*, 72 (3) pp. M79-M84
- Atasever, M., Ceylan Z.G. ve Alişarlı, M., 2002.** Changes in the sensory, microbiological properties of Turkish white cheese during ripening. *Acta Alimentaria-Budapest*. 31(4), 31
- Bağder-Elmacı, S., Tokatlı, M., Dursun, D., Özçelik, F., Şanlıbaba, P. 2015.** Phenotypic and genotypic identification of lactic acid bacteria isolated from traditional pickles of the Çubuk region in Turkey. *Folia Microbiologica*, 60: 241-251.
- Bakırcı, İ., Tohma, G.S., Kavaz Yüksel, A. 2015.** Erzurum piyasasında satışa sunulan yoğurtların fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerinin incelenmesi. *Akademik Gıda*, 13(2): 127-134.
- Barbosa, J., Borges, S., & Teixeira, P. 2014.** Selection of potential probiotic *Enterococcus faecium* isolated from Portuguese fermented food. *International journal of food microbiology*, 191, 144-148.
- Başığit, G., Kuleaşan H., Eralp I, Karahan A. G. 2009.** Manufacture of Turkish Beyaz cheese added with probiotic strains, *Food Science and Technology* 42 1003-1008

- Boirivant, M., Strober, W. 2007.** The mechanism of action of probiotics. Current Opinion in Gastroenterology, 23(6), 67 <https://doi.org/10.1097/MOG.0b013e3282f0cffc>
- Boylston, T.D., VinderolabHamid, C.G., GhoddusicJorge, B., Reinheimer, A. 2004.** Incorporation of *Bifidobacteria* into cheeses: challenges and rewards, International Dairy Journal, Volume 14, Issue 5, 375-387
- Bulat, T. 2011.** Beyaz peynir üretiminde probiyotik *Enterococcus faecium*'un ek kültür olarak kullanımı ve bunun oksidasyon-redüksiyon potansiyeli ve peynir kalitesi üzerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Candioti, M.,Palma, S., Zalazar, C.,2001.** Revista-Argentina-de-Lactologia. N0.20,19- 26
- Cardarelli, H. R. 2008.** Inulin and oligofructose improve sensory quality and increase the probiotic viable count in potentially symbiotic petit-suisse cheese. Food Science and Technology, v. 41, n. 6, p. 1037-1046, 2008.
- Castro, J. M., Tornadijo, M. E., Fresno, J. M., & Sandoval, H. 2015.** Biocheese: a food probiotic carrier. BioMed research international, 2015.
- Collins, Y.F., McSweeney, P.L.H. and Wilkinson, M.G. 2003.** Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. *International Dairy Journal*, 13 (11): 841- 866.
- Coşkun T. 2014.** Probiyotikler İçinde: Teoriden Kliniğe Prebiyotikler, Probiyotikler. Eds: Kara A, Coşkun T, Akademi Yayınevi, İstanbul, s:56-71
- Corbo, M.R., Albenzio, M., De Angelis, M., Sevi, A. and Gobbetti, M. (2001).** Microbiological and biochemical properties of Canestrato Pugliese hard cheese supplemented with *Bifidobacteria*. Journal of Dairy Science, 84: 551-561.
- Cuffia, F., George, G., Renzulli, P., Reinheimer, J., Meinardi, C., & Burns, P. 2017.** Technological challenges in the production of a probiotic pasta filata soft cheese. Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology, 81, 111–117.
- Çağlayan, H., 2018.** Balkabağı ve Kuru Üzüm İlavesinin Probiyotik Yoğurtların Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hitit Üniversitesi, Çorum
- Dantas, A. B., Jesus, V. F., Silva, R., Almada, C. N., Esmerino, E. A., Cappato, L. P., and Cruz, A. G. 2016.** Manufacture of probiotic Minas Frescal cheese with

Lactobacillus casei Zhang. Journal of Dairy Science, 99(1), 18-30.

Das, K., Choudhary, R. and Thompson-Witrick, K.A., 2019. Effects of new technology on the current manufacturing process of yogurt-to increase the overall marketability of yogurt. LWT-Food Science and Technology, 108, 69-80.

Dave, R.I., Shah N.P. 1997. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starters cultures. Viability of yoghurt and probiotic bacteria in yoghurts made from commercial starters cultures. International Dairy Journal, 7 (1) (1997), pp. 31-41

Dhanasekaran D, Saha S, Thajuddin N, Panneerselvam A. 2008. Probiotics effect of *lactobacillus* isolates against bacterial pathogens in clarias orientails. *Facta Universitatis Medicine and Biology*,15(3):97-102

Diezhandino, I., Fernandez, D., Sacristán, N., Combarros-Fuertes, P., Prieto, B. And Fresno, J.M. 2016. Rheological, textural, colour and sensory characteristics of a Spanish blue cheese (Valdeón cheese). *LWT - Food Science and Technology*, 65: 1118-1125.

Dirican L.K. 2017. *Probiyotik yoğurdun fizyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine çam balının etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Hatay, 2017

Drakes M, Blanchard T, and Czinn S. 2004. Bacterial probiotic modulation of dendritic cells. *Infection and immunity*,72(6):3299-3309

Ebner, S., Smug, L. N., Kneifel, W., Salminen, S. J., & Sanders, M. E. 2014. Probiotics in dietary guidelines and clinical recommendations outside the European Union. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 20(43), 16095.

Edalatian, M.R., Najafi, M.B.H., Mortazavi, S.A., Alegría, Á., Delgado, S., Bassami, M.R. & Mayo, B. 2012. Production of bacteriocins by *Enterococcus* ssp. isolated from traditional, Iranian, raw milk cheeses, and detection of their encoding genes. *European Food Research and Technology*, 234, 789-796.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) 2016. Presence of microplastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *Efsa Journal*, 14(6), e04501.

Eftymiou, C., 1967. Major free fatty acids in feta cheese. *Journal of Dairy Science*, 50(1): 20-24.

- Endress, H., Firscher, J. 2000.** Fibres and fibre blends for individual needs a physiological and technological approach In: Advanced Dietary Fibre Technology, Ed .B . Mc Clearyv and L Prosky Blackwell Science, Madlen, MA, ABD. 283-297.
- Erginel B, Aydin FA, Erginel T, Tanik C, Abbasoglu SD, Soysal FG, and Salman T. 2016.** Antioxidant effects of probiotics in experimentally induced peritonitis. Surgical infections, 17(1):114-118
- Erkaya, T. 2014.** Probiyotik kültürlerle üretilen beyaz peynirlerin olgunlaşma süresince bazı kalite özellikleri ve oluşan peptitlerin biyoaktivitesinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum
- Everard, C.D., O’Callaghan, D.J., Howard, T.V., O’Donnell, C.P., Sheehan, E.M., Delahunty, C.M., 2006.** Relationship between sensory and rheological measurements of texture in maturing commercial Cheddar cheese over a range of moisture and pH at the point of manufacture. Journal of Texture Studies 37: 361-382.
- Divyashri G., Prapulla S.G., Samarth D. 2015.** An insight into kinetics and thermodynamics of gamma-aminobutyric acid production by *Enterococcus faecium* CFR 3003 in batch fermentation. Ann Microbiol 65:1109–1118
- Felicio, T.L., Esmerino, E.A., Vidal, V.A.S., Cappato, L.P., Garcia, R.K.A., Cavalcanti, R.N., Freitas, M.Q., Conte Junior, C.A., Padilha, M.C., Silva, M.C., Raices, R.S.L., Arellano D.B. and Bollini, H.M.A. 2016.** Physico-chemical changes during storage and sensory acceptance of low sodium probiotic Minas cheese added with arginine. Food Chemistry, 196: 628-637.
- Fijan S. 2014.** Microorganisms with claimed probiotic properties: an overview of recent literature. International journal of environmental research and public health, 2014;11(5):4745-4767
- Forestier, C., De Champs, C., Vatoux, C., & Joly, B. 2001.** Probiotic activities of *Lactobacillus casei rhamnosus*: in vitro adherence to intestinal cells and antimicrobial properties. Research in Microbiology, 152(2), 167-173.
- Fox, P.F., McSweeney, P.L.H. and Singh, T.K. 1995.** Methods for assessing proteolysis in cheese during maturation. In Chemistry of structure-function relationships in cheese, pp. 161-194, Springer, Boston, MA.
- Franck, A. 2007.** Technological functionality of inulin and oligofructose, V.87, Issue S2
- Fukushima Y, Kawata Y, Hara H, Terada A, and Mitsuoka T. 1998.** Effect of a

probiotic formula on intestinal immunoglobulin A production in healthy children. *International journal of food microbiology*, 42(1):39-44

Fuller R. 1992. History and development of probiotics. In *Probiotics* (pp. 1-8). Springer Netherlands.

Gao Q, Xiao C, Min M, Zhang C, Peng S, and Shi Z. 2016. Effects of probiotics dietary supplementation on growth performance, innate immunity and digestive enzymes of silver pomfret, *Pampus argenteus*. *Indian Journal of Animal Research*, 50(6):936-941

Gill HS &, Prasad J, Gopal PK, Smart J. 2001. In vitro adherence properties of *Lactobacillus rhamnosus* DR20 and *Bifidobacterium lactis* DR10 strains and their antagonistic activity against an enterotoxigenic *Escherichia coli*. *International Journal of Food Microbiology*, 67: 207–216.

Gomes, E.O., Pereira, C.I., Gomes, A.M.P., Malcata, F.X., 2008. Proteolysis in model Portuguese cheeses: effects of rennet and starter culture. *Food Chem.* 108, 862–868, <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.050>

Grand View Research, Inc. 2016. Functional foods market is expected to reach \$255.10 billion by 2024. <https://www.prnewswire.com/news-releases/functional-foodsmarket-is-expected-to-reach-25510-billion-by-2024-grand-view-research-inc601642985.html>, Accessed date: 22 March 2019.

Gregory, S. ve Kelly, N.D. 2001. Conjugated linoleic acid: A review. *Altern. Med. Rev.* 6(4): 367- 382.

Guarner F, and Schaafsma, G.J. 1998. Probiotics. *International journal of food microbiology*, 1998;39(3): 237-238

Guggisberg, D., Cuthbert-Steven, J., Piccinali, P., Butikofer, U. And Eberhard, P. 2008. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *Int. Dairy J.*, 19, 107-115.

Gunasekaran, S., Ak., M.M. 2003. *Cheese Rheology and Texture*. Published, CRC Press 456 Pages 265 B/W Illustrations

Gül, T. 2012. Farklı depolama süresi ve koşullarında çemen (*Trigonella foenum-graecum*), kişniş (*Coriandrum sativum*) ve kekik (*Thymus vulgaris*) uçucu yağlarının tam yağlı soya, soya ve ayçiçeği tohum küspelerinin mikrobiyolojisi üzerine etkileri (Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi).

Gültekin M. 2004. Probiyotikler. *ANKEM Derg*,18:287-9

Güngör Ö, 2007. Meyve Suyu İlaveli Kefirin Depolama Süresince Özelliklerinin Belirlenmesi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi(Basılmış).

Gürsoy, O. ve Kınık, Ö. 2005. Laktobasiller Ve Probiyotik Peynir Üretiminde Kullanım Potansiyeller. Volume 11, Issue 3, 361 - 371

Gürsoy, O. ve Kınık, Ö. 2010. Incorporation of adjunct cultures of *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei* and *Bifidobacterium bifidum* into white cheese. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 8 (2): 107 -112.

Gürsoy, O. ve Kınık, Ö. 2014. Survival of *Bifidobacterium longum* and its effect on physicochemical properties and sensorial attributes of white brined cheese, 816-820

Güven, M., Yasar, K., Karaca, O.B., Hayaloglu, A.A. 2005. The effect of inulin as a fat replacer on the quality of set-type low-fat yogurt manufacture. *Int. J. Dairy Technol.*, 8, 180–184.

Hammes, W.P., Vogel, R.F. (1995). The genus *Lactobacillus* . In: Wood, B.J.B., Holzapfel, W.H. (eds) *The Genera of Lactic Acid Bacteria. The Lactic Acid Bacteria*, vol 2. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-5817-0_3

Hatakka K, Ahola AJ, Yli-Knuuttila H, Richardson M, Poussa T, Meurman JH, Korpela R. 2007. Probiotics reduce the prevalence of oral candida in the elderly--a randomized controlled trial. *J Dent Res*. 86(2): 125-30.

Hayaloğlu, A.A., Özer, B. 2002. Peynir Biliminin Temelleri. Sidas Medya, 367-416 s, İzmir.

Hayaloğlu, A. 2003. Starter olarak kullanılan bazı *Lactococcus* suşlarının beyaz peynirlerin özellikleri ve olgunlaşmaları üzerine etkileri. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 170 s.

Hennelly, P.J., Dunne, P.G., O'Sullivan M., O'Riordan E.D. 2006. Textural, rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin. *J. Food Eng.*, 75(3): (2006) 388-395.

Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. 2014. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*,

11(8), 506-514.

Holzapel WH, Haberer P, Geisen R, Björkroth J, and Schillinger U. 2001. Taxonomy and important features of probiotic microorganisms in food and nutrition. The American journal of clinical nutrition, 73(2): 365-373

Hort, J., Grys, G. L. 2001. Developments in the textural and rheological properties of UK cheddar cheese during ripening. International Dairy Journal, 11: 475-481.

IDF (2009). Milk and milk products Determination of fat content. General guidance on the use of butyrometric methods. IDF 152. Brussels, Belgium.

IDF 2012. Fermented milks- Determination of titratable acidity- Potentiometric method. IDF 150. Brussels, Belgium.

IDF 2014. Milk and milk products Determination of nitrogen content -Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation. IDF 20-1. Brussels, Belgium.

İnanç, N., 2006. Konjuge linoleik asit: obezitede etkileri. Sağlık Bilimleri Derg., 15(2): 137- 141.

ISO 2004. Cheese and processed cheese Determination of the total solids content (Reference method). ISO 5534. Geneva, Switzerland.

Jacob, M., D. Jaros and H. Rohm. 2011. Recent Advances in Milk Clotting Enzymes. International Journal of Dairy Technology, 64 (1), 14–33.

Jaya, F., & Kusumahadi, D. (2009). The Effect of Cow's Milk Substitution with Soybean's Milk and The Concentration Rate of Ananas comosus Extract Addition to Cottage cheese Physical and Chemical Quality. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK), 4(1), 46-54.

Johansson, P., Paulin, L., Sade, E., Salovuori, N., Alatalo, E.R., Bjorkroth, K.J., Auvinen, P. 2011. Genome sequence of a food spoilage lactic acid bacterium, *Leuconostoc gasicomitatum* LMG 18811T, in association with specific spoilage reactions. Applied and Environmental Microbiology, 77(13): 4344–4351.

Kahyaoğlu, T., Kaya, S. 2006. Modeling of moisture, color and texture changes in sesame seeds during the conventional roasting, J. Food Eng. 75 (2)

Kailasapathy K, 2002. Microencapsulation Of Probiotic Bacteria: Technology And Potential Applications. Current Issues in Intestinal Microbiology, 3, 39-48.

Karaman AD, Akalın AS. 2013. Improving quality characteristics of reduced and low fat Turkish white cheeses using homogenized cream. LWT - Food Science and

Technology, 50: 503-510.

Karami, M., Ehsani, M.R., Mousavi, S.M., Rezaei, K. and Safari, M. 2009. Changes in the rheological properties of Iranian UF-Feta cheese during ripening. Food Chemistry, 112: 539-544

Kasımoğlu, A., Göncüoğlu, M. and Akgün, S. 2004. Probiotic white cheese with *Lactobacillus acidophilus*. International Dairy Journal, 14: 1067-1073.

Kaur, N.; Gupta, A. K. 2002. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. Journal of biosciences, v.27, n.7,

Katsıarı, M. C., Voutsinas, L. P., Alchanıdı, E., and Roussis, I. G., 2000. Lipolysis in Reduced Sodium Feta Cheese Made by Partial Substitution of NaCl by KCl. International Dairy Journal, 10: 369-373.

Kawai, T., Ohshima, T., Shin, R., Ikawa, S., & Maeda, N. 2016. Determination of the antibacterial constituents produced by *Lactobacilli* against a periodontal pathogen: Sodium lactate and a low molecular weight substance. J Prob Health, 4(1359), 1-7.

Kaya, S. 2002. Effect of salt on hardness and whiteness of Gaziantep cheese during short term brining. Journal of Food Engineering, 52, 155–159

Kechagia, M., Basoulis, D., Konstantopoulou, S., Dimitriadi, D., Gyftopoulou, K., Skarmoutsou N. and Fakiri, E.M. 2013. Health Benefits of Probiotics: A Review, Volume 2013, Article ID 481651, 7 pages.

Kemgang, T. S., Kapila, S., Shanmugam, V. P., & Kapila, R. 2014. Cross-talk between probiotic lactobacilli and host immune system. Journal of Applied Microbiology, 117(2), 303–319

Kheadr, E. E., Vuillemand, J. C., and El-Deeb, S. A., 2002. Acceleration of Cheddar Cheese Lipolysis by Using Liposome-Entrapped Lipases. Food Chemistry and Toxicology, 67 (2): 485-491.

Kılıç M., Güneş G., ve Boyacıoğlu D. 2009. Fenilketonüri hastalarına yönelik özelbeslenme amaçlı peynir üretimi, Proje Raporu, 106O075, T.Ü.B.İ.T.AK., Ankara.

Kızıлтаç U. 2017. Kronik Spontan Ürtikerli Hastalarda Standart Birinci Basamak Tedavi ile Birlikte Probiyotik Kullanılmasının Ürtiker Aktivite Skorları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi. Tıpta Uzmanlık Tezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Okmeydanı Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul

Kim, S., Hagh-Shenas, H., & Interrante, V. 2004. Conveying three-dimensional

shape with texture. In Proceedings - 1st Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization, APGV 2004 (pp. 119-122). (Proceedings - 1st Symposium on Applied Perception in Graphics and Visualization, APGV 2004). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/1012551.1012572>

Kirst, E. 2002. Cheese ripening. Changes in milk fat and the development of aroma components. *DMZ,-Lebensmittelindustrie-und-Milchwirtschaft*, 123 (9), 36-42.

Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A., Katna, S. 2007. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fat-replacer, 78(3), 953-964.

Kondyli, E., Katsiari, M.C., Masouras, T. and Voutsinas, L.P. 2002. Free fatty acids and volatile compounds of low-fat Feta-type cheese made with a commercial adjunct culture. *Food Chemistry*, 79 (2): 199-205.

Kornacki, K., Stepaniak, K., Adamiec, I., Grabska, J., and Wrona, K., 2007. Characteristics of Lipolytic Mould Preparations as Compared to Hog Pancreas Lipase. *Milchwissenschaft*, 34 (6): 340-343.

Kurt A, Çakmakçı S, Çağlar A, 2003. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi Genişletilmiş 8. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 252/D Erzurum-Türkiye.

Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A. 2007. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 18, 238 s, Erzurum.

Kumari, A., Angmo, K., Monika, S., Bhalla, T. C. 2018. Functional and technological application of probiotic *L. casei* PLA5 in fermented soymilk, *International Food Research Journal* 25(5): 2164-2172

Laine, M. L., Georgiou, A.C. Deng, D.M., Brandt, B.W., Loveren, C., and Dereka, X. 2018. Efficacy of probiotics: clinical and microbial parameters of halitosis, Volume 12, Number 4.

Larrayoz, P., Martinez, M. T., Barron, L. J. R., Torre, P., and Barcine, Y. 1999. The Evolution of Free Fatty Acids During the Ripening of Idiazabal Cheese: Influence of Rennet Type. *European Food Research Technology*, 210: 9-12.

Lauzon HL, Dimitroglou A, Merrifield DL, Rings E, Davies SJ. 2017. Probiotics and prebiotics: concepts, definitions and history. *Aquaculture Nutrition: Gut Health*,

Probiotics and Prebiotics. Eds. Merrifield DL, Rings E. Wiley-Blackwell,; Chapter 7. 170-174.

Lawless, H.T., Heymann, H. 1999. Sensory evaluation of food- Springer, 317-338.

Lawrence, R.C., Creamer, L.K., Gilles, J. 1987. Texture Development During Cheese Ripening, Journal of Dairy Science, Volume 70, Issue 8, Pages 1748-1760

Lee, S. K., & Anema, S. G. 2009. The effect of the pH at cooking on the properties of processed cheese spreads containing whey proteins. *Food Chemistry*, 115(4), 1373-1380.

Lee YK, and Salminen S. 2009. Handbook of probiotics and prebiotics. John Wiley & Sons.

Li, C., Niu, Z., Zou, M., Liu, S., Wang, M., Gu, X., ... & Jha, R. 2020. Probiotics, prebiotics, and synbiotics regulate the intestinal microbiota differentially and restore the relative abundance of specific gut microorganisms. *Journal of dairy science*, 103(7), 5816-5829.

Lollo, P. C., Morato, P. N., Moura, C. S., Almada, C. N., Felicio, T. L., Esmerino, E. A., and Cruz, A. G. 2015. Hypertension parameters are attenuated by the continuous consumption of probiotic Minas cheese. *Food Research International*, 76, 611-617.

Mantzourani, I., Terpou, A., Alexopoulos, A., Chondrou, P., Galanis, A., Bekatorou, A., ... & Plessas, S. 2018. Application of a novel potential probiotic *lactobacillus paracasei* strain isolated from kefir grains in the production of feta-type cheese. *Microorganisms*, 6(4), 121.

Martins, Y.A.A., Vieira, N.F., Silva, M.A.P., Souza, D.G., Lima, M.S., Placido, G.R. and Calliari, M. 2018. Physicochemical and sensory profile of yogurt added with passion fruit peel flour. *African Journal of Biotechnology*, 14(2), 149-155.

McSweeney, P.L. and Sousa, M.J. 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheeses during ripening: A review. *Lait*, 80 (3): 293-324.

McSweeney, P. L. 2004. Biochemistry of Cheese Ripening. *International Journal of Dairy Technology*, 57 : 127-144.

Metin, M. 2008. Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi No:33, Yedinci Baskı, 802s.

Michels, K. B., Willett, W. C., Vaidya, R., Zhang, X., & Giovannucci, E. 2020. Yogurt consumption and colorectal cancer incidence and mortality in the Nurses'

Health Study and the Health Professionals Follow-Up Study. The American Journal of Clinical Nutrition, 112(6), 1566-1575.

Miller, G.D., Jarvis, J.K., McBean, L.D., 2000. Handbook of Dairy Foods and Nutrition. CRC Pres LLC, Florida, 432 s

Mishra, R., Tandon, S., Rathore, M., & Banerjee, M. 2016. Antimicrobial efficacy of probiotic and herbal oral rinses against *Candida albicans* in children: a randomized clinical trial. International journal of clinical pediatric dentistry, 9(1), 25.

Modzelewska-Kapitula, M. & Klebukowska 2009. L.Investigation of the potential for using inulin HPX as a fat replacer in yoghurt production, 209-214, Volume 62, Issue 2.<https://doi.org/10.1111/j.1471-0307.2009.00481.x>

Mollimard, P. and Spinnler, H.E. 1996. Compounds involved in the flavour of surface mold-ripened cheeses: origins and properties. Journal of Dairy Science, 79: 169–184.

Muscettola M, Massai L, Tanganelli C, and Grasso G. 1994. Effects of *Lactobacilli* on interferon production in young and aged mice. Annals of the New York Academy of Sciences, 17(1):226-232

Mistry, V. V.; Maubios, J. L. 2017. Application of Membrane Separation Technology to Cheese Production. Cheese Chemistry, Physics and Microbiology Third (eds: Fox, P. F.; McSweeney, P. L. H.; Cogan, T. M.; Guinee, T. P., Academic Press: New York, 261-286.

Nasr, M. M., El-Sayed, M. M., and El-Samragy, Y. A., 1996. Acceleration of Edam Cheese Ripening Using Acid Fungal Protease. Die Nahrung, 35 (2): 143-148.

Ogawa, M., Shimizu, K., Nomoto, K., Tanaka, R., Hamabata, T., Yamasaki, S., ... & Takeda, Y. 2001. Inhibition of in vitro growth of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* O157: H7 by probiotic *Lactobacillus* strains due to production of lactic acid. International journal of food microbiology, 68(1-2), 135-140.

Omak G, Özcan T, ve Ersan LY. 2016. Biyolojik Detoksifikasyon ve Probiyotikler. *Journal of Agricultural Faculty*, 2016;30(1):157-168

Ohashi Y, and Ushida K. 2009. Health-beneficial effects of probiotics: Its mode of action. *Anim Sci J.*, 2009;80: 361-71

Ouwehand, A. C., Kirjavainen, P. V., Shortt, C., & Salminen, S. 1999. Probiotics: mechanisms and established effects. International dairy journal, 9(1), 43-52.

Owusu-Kwarteng, J., Tano-Debrah, K., Akabanda, F. 2015. Technological

properties and probiotic potential of *Lactobacillus fermentum* strains isolated from West African fermented millet dough. *BMC Microbiol* 15, 261. <https://doi.org/10.1186/s12866-015-0602-6>

Öksüz, O., Arıcı, M., Kurultay, S., and Gümüş, T., 2004. Incidens of *Escherichia coli* O157 in raw milk and white pilce cheese manufactured from raw milk in Turkey. *Food Control* 15, 453-456. Öksüztepe, G., Patır, B., Dikici, A., İlhak, İ. (2009). Elazığ’da Tüketime Sunulan Vakum Paketli Taze Kaşar Peynirlerinin Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kalitesi. *Fırat Ün. Sağlık Bil. Veteriner Derg*, 23, 89–94.

Özbaş Y. (1995). Bifidobakteriler ve *Lactobacillus acidophilus*: özellikleri, kullanımları yararlı etkileri ve ürün uygulamaları, *Gıda Tekn. Dergisi*, 18:247-51

Quijada, N.M., De Filippis, F., Sanz, J.J., García-Fernandez, M.D.C., Rodríguez-Lazaro, D., Ercolini, D., Hernandez, M. 2018. Different *Lactobacillus* populations dominate in “Chorizo de Leon” manufacturing performed in different production plants. *Food Microbiology*, 70(2018): 94-102.

Pappa, E. C., Kondyli, E., Samelis, J. 2019. Microbiological and biochemical characteristics of Kashkaval cheese produced using pasteurised or raw milk. *Int Dairy J*, 89: 60-67, doi: 10.1016/j.idairyj.2018.08.011.

Pappas, C.P., Kondyli, E., Voutsinas, L.P. and Malatou, H., 1996. Effects of salting method and storage time on composition and quality of Feta cheese. *Journal of Society of Dairy Technology*, 49, 4, 113-118.

Pelto L, Isolauri E, Lilius EM, Nuutila J, and Salminen S. 1998. Probiotic bacteria down-regulate the milk-induced inflammatory response in milk-hypersensitive subjects but have an immunostimulatory effect in healthy subjects. *Clinical and Experimental Allergy*, 28(12):1474-1479

Pino, A., Van Hoorde, K., Pitino, I., Russo, N., Carpino, S., Caggia, C. and Randazzo, C.L. 2017. Survival of potential probiotic *lactobacilli* used as adjunct cultures on Pecorino Siciliano cheese ripening and passage through the gastrointestinal tract of healthy volunteers. *International Journal of Food Microbiology*, 252: 42-52.

Pitino, I., Randazzo, C. L., Cross, K. L., Parker, M. L., Bisignano, C., Wickham, M. S., and Caggia, C. 2012. Survival of *Lactobacillus rhamnosus* strains inoculated in cheese matrix during simulated human digestion. *Food microbiology*, 31(1), 57-63.

Poveda, J. M., Perez-Coello, M. S., and Cabezas, L., 2000. Seasonal Variations in the

Free Fatty Acid Composition of Manchego Cheese and Changes During Ripening. *European Food Research Technology*, 210:314- 317.

Pranckute R, Kaunietis A, Kananaviciute R, Lebedeva J, Kuisiene N, Saleikiene J, Citavicius D., 2015. Differences of antibacterial activity spectra and properties of bacteriocins, produced by *Geobacillus* sp. bacteria isolated from different environments. *J Microbiol Biotechnol Food Sci*. 5(2):155-61.

Raphaelides S, Antoniou KD, Petridis D., 1995. Texture evaluation of ultrafiltered Teleme cheese. *J. Food Sci*. 60:1211- 1215

Roberfroid, M.B., 2000. Prebiotics and probiotics: Are they functional foods?. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71(6), 1682-1687.

Rodriguez-García, J., Salvador, A. & Hernando, I. 2014. Replacing Fat and Sugar with Inulin in Cakes: Bubble Size Distribution, Physical and Sensory Properties. *Food and Bioprocess Technology* volume 7, 964–974

Romeih, E.A., Michaelidou, A., Biliaderis, C.G. and Zerfiridis, G.K. 2002. Low-fat white-brined cheese made from bovine milk and two commercial fat mimetics: chemical, physical and sensory attributes. *International Dairy Journal*, 12: 525-540.

Roobab, U., Batool, U.Z., Manzoor, M.F., Shabbir M.A. 2020. Sources, formulations, advanced delivery and health benefits of probiotics, Volume 32, April 2020, Pages 17-28

Ryhänen, E.L., Pihlanto A., Pahkala, E., (2001). A new type of ripened, low-fat cheese with bioactive properties. *International Dairy Journal* 11(4):441-447.

Salminen S. 1999. Probiotics: scientific support for use. *Food Technology*, 53(11):66-77

Salminen SJ, Gueimonde M, Isolauri E. 2005. Probiotics that modify disease risk. *J Nutr*, 135: 1294-1298

Sant’Ana, A.M.S., Bezerril F.F., Madruga M.S., Batista, A.S.M., Magnani., Souza, E.L., Queiroga, R.C.R.E. 2013. Nutritional and sensory characteristics of Minas fresh cheese made with goat milk, cow milk, or a mixture of both, *Journal of Dairy Science*, Volume 96, Issue 12, Pages 7442-7453

Saydam, İ. B., (2004). Kazeinat Kullanımının Beyaz Peynir Randımanı ve Özellikleri Üzerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 46 s.

- Schelegueda, L.I., Vallejo, M., Gliemmo, M.F., Marguet, E.R. & Campos, C.A. 2015.** Synergistic antimicrobial action and potential application for fish preservation of a bacteriocin produced by *Enterococcus mundtii* isolated from *Odontesthes platensis*. *LWT-Food Science and Technology*, 64, 794-801.
- Servin AL, Coconnier MH. 2003.** Adhesion of probiotic strains to the intestinal mucosa and interaction with pathogens. *Best practice & Research Clinical Gastroenterology*, 17(5):741-754
- Sezen, A.G. 2013.** Prebiyotik, Probiyotik ve Sinbiyotiklerin İnsan ve Hayvan Sağlığı Üzerine Etkileri, Volume 8, Issue 3, Pages 248 – 258.
- Sezen, F., Koçak C. 2006.** Fonksiyonel Süt Ürünleri Teknolojisindeki Gelişmeler. Türkiye 9. Gıda Kongresi.
- Shah U, Walker WA. (2000).** Adverse host responses to bacterial toxins in human infants. *J Nutr*, 130(suppl): 420-425
- Sleator RD, Hill C. (2008).** New frontiers in probiotic research. *Lett Appl Microbial*, 46:143-147
- Song, M., Park, W. S., Yoo, J., Han, G. S., Kim, B. M., Seong, P. N., and Ham, J. S. 2017.** Characteristics of Kwark cheese supplemented with *Bifidobacterium longum* KACC 91563. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(5), 773.
- Soto, R. I., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., Palou, E., & López-Malo, A. 2019.** Growth and viability of *Lactobacillus acidophilus* NRRL B-4495, *Lactobacillus casei* NRRL B-1922 and *Lactobacillus plantarum* NRRL B-4496 in milk supplemented with cysteine, ascorbic acid and tocopherols. *International dairy journal*, 97, 15-24.
- Strus, M., Pakosz, K., Gościński, H., Przondo-Mordarska, A., Rozynek, E., Pituch, H., ... & Heczko, P. B. 2001.** Antagonistic activity of *Lactobacillus bacteria* strains against anaerobic gastrointestinal tract pathogens (*Helicobacter pylori*, *Campylobacter coli*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium difficile*). *Medycyna doświadczalna i mikrobiologia*, 53(2), 133-142.
- Subrota, H., Shilpa, V., Brij, S., Vandna, K. and Surajit, M. 2013.** Antioxidative activity and polyphenol content in fermented soy milk supplemented with WPC-70 by probiotic *Lactobacilli*. *International Food Research Journal* 20:2125-31.
- Şahingil, D., Hayaloğlu, A., Şimşek, O. and Özer, B. 2014.** Changes in volatile composition, proteolysis and textural and sensory properties of white-brined cheese:

effects of ripening temperature and adjunct culture. *Dairy Science & Technology*, 94: 603–623.

Szczesniak, A.S. 2002. Sensory texture profiling – historical and sensory perspectives, *Food Tech*, 52, 52-57.

Şengül, M., Erkaya, T., Fırat, N. 2011. Çiğ ve Pastörize Sütten Üretilen Kaşar Peynirlerinin Olgunlaşma Süresince Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması. *Atatürk Ün Ziraat Fak Derg*, 41, 149-156.

Taşdemir A. 2017. Probiyotikler, Prebiyotikler, Sinbiyotikler. *Kastamonu Sağlık Akademisi* 2(1):71-88

Tekinşen OC., Tekinşen KK., 2005. Süt ve Süt Ürünleri; Temel Bilgiler, Teknoloji, Kalite Kontrolü. Selçuk Üniversitesi Basım Evi, Konya, Türkiye, 344s. ISBN: 975-95678-1.7.

Terpou, A., Mantzourani, I., Galanis, A., Kanellaki, M., Bezirtzoglou, E., Bekatorou, A., ... & Plessas, S. 2019. Employment of *L. paracasei* K5 as a novel potentially probiotic freeze-dried starter for feta-type cheese production. *Microorganisms*, 7(1), 3.

Tuohy, K.M., Wynne, A.G., Finlay, R.K. and Gibson, G.R., 2001. A human volunteer study on the prebiotic effects of HP-Inulin—faecal bacteria enumerated using fluorescent in situ hybridisation (FISH). *Anaerobe*, 7(3), 113-118 .

Temmerman HM, Koning CJM, Mulder L, Rombouts FM, Beynen AC. 2004. Multistrain and multispecies probiotics-A comparison of functionality and efficacy. *International Journal of Food Microbiology*; 96(3): 219– 233

Topçu, A. and SaldamLi, I. 2006. Proteolytical, chemical, textural and sensorial changes during the ripening of Turkish white cheese made of pasteurized cows' milk. *International Journal of Food Properties*, 9 (4), 665 – 678.

Trigueros DEG, Fiorese ML, Kroumov AD, Hinterholz CL, Nadai BL, Assunc GM, (2016). Medium Optimization And Kinetics Modeling For The Fermentation Of Hydrolyzed Cheese Whey Permeate As A Substrate For *Saccharomyces cerevisiae* var. *boulardii*. *Biochemical Engineering Journal*, 110: 71–83.

Tunail, N. 2009. Mikrobiyoloji. Pelin Ofset, Ankara, 448 s.

Tuncel N.B., Tuncel, N.B., Güneşer, O., Engin, B., Yaşar, K., Zorba, N.N., Karagül-Yüceer, Y. (2010). Ezine Peyniri II. Olgunlaşma Süresince Proteoliz Düzeyi,

Gıda, Cilt.35, s.21-26

Tungland, B. C. & Meyer, D. 2002. Nondigestible Oligo- and Polysaccharides (Dietary Fiber): Their Physiology and Role in Human Health and Food, 90:109, Volume1, Issue 3. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2002.tb00009.x>

Türkmen, N., Akal, C., & Özer, B. 2019. Probiotic dairy-based beverages: A review. *Journal of Functional Foods*, 53, 62-75.

Uysal, H., 1996. Değişik miktarlarda kültür kullanılarak üretilen Beyaz peynirlerde proteoliz düzeyi üzerine bir araştırma. Ege Üniv. Ziraat Fak.Derg., 33 (1), 107- 114.

Üçüncü, M. 2018. Süt ve mamulleri teknolojisi. Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri, İzmir, Türkiye, 567s, ISBN: 978-975-98951-3-6

Vahjen, W., Taras, D., & Simon, O. 2007. Effect of the probiotic *Enterococcus faecium* NCIMB10415 on cell numbers of total *Enterococcus* ssp., *E. faecium* and *E. faecalis* in the intestine of piglets. *Current Issues in Intestinal Microbiology*, 8(1), 1.

Vafopoulou, A., Alichanidis, E., and Zerfirdis, G., 1989. Accelerated Ripening of Feta Cheese, with Heat-Shocked Cultures or Microbial Proteinases. *Journal of Dairy Research*, 56: 285-296

Vasiljevic, T., & Shah, N. P. 2008. Probiotics—From Metchnikoff to bioactives. *International Dairy Journal*, 18, 714– 728.

Villena, J., Alvarez, S., Kitazawa, H. 2013. Introduction. İçinde Kitazawa, H., Villena, J. ve Alvarez, S. (Eds.), Probiotics: Immunobiotica And Immunogenics (s. 1-11). Boca Raton: Taylor & Francis Group. ISNB 978-1-4822-0685-2 <https://doi.org/10.1201/b15532-2>

Vural, T. ve Çelen, B. 2005. Gastrointestinal sistemle dost mikroorganizmalar ve probiyotikler. *Güncel Gastroenteroloji*. 9 (3): 115-122.

Williams NT. 2010. Probiotics. *Am J Health Syst Pharm*, 67: 449-458

Wu, Y., Zhen, W., Geng, Y., Wang, Z., & Guo, Y. 2019. Pretreatment with probiotic *Enterococcus faecium* NCIMB 11181 ameliorates necrotic enteritis-induced intestinal barrier injury in broiler chickens. *Scientific reports*, 9(1), 1-17.

Yanglar, F. 2010. Farklı probiyotik kültürler kullanılarak üretilen beyaz peynirin olgunlaşma periyodu boyunca bazı kalite kriterlerinin araştırılması. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum

Yaşar B, and Kurdaş O.Ö. 2009. Probiyotikler ve Gastrointestinal Sistem (Probiyotik

Teriminin Tarihçesi Ve Tanımı), Güncel gastroenteroloji, 13:1-24

Yeo, S. K. and Liong, M. T. 2010. Effect of Prebiotics on Viability and Growth Characteristics of Probiotics in Soymilk. Journal of the Science of Food and Agriculture 90:267-75

Yetişmeyen, A., ve Yıldız, F., 2001. Ankara Piyasasında Satılan Urfa Peynirlerinin Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Niteliklerinin Saptanması. GAP II. Tarım Kongresi, 24-26 Ekim 2001, Şanlıurfa, s: 259- 268.

Yıldız, N., Akbulut Ö. & Bircan, H. 2002. İstatistiğe giriş. İstanbul: Aktif Yayınevi.

Yılmaz, G., Ayar, A., and Akın, N., 2005. The Effect of Microbial Lipase on the Lipolysis During the Ripening of Tulum Cheese. Journal of Food Engineering, 69: 269-274.

Yılmaztekin, M. 2004. Beyaz peynir üretiminde *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'dan yararlanma olanakları üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa

Yiğit T. 2009. *Süt ve Süt Ürünlerinden Probiyotik Bakterilerinin İzolasyonu ve Tanımlanması*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Zhang WF, Li DF, Lu WQ, Yi GF. 2003. Effects of IsomaltoOligosaccharides on Broiler Performance and Intestinal Microflora. Poult Sci. 82(4): 657 - 663.